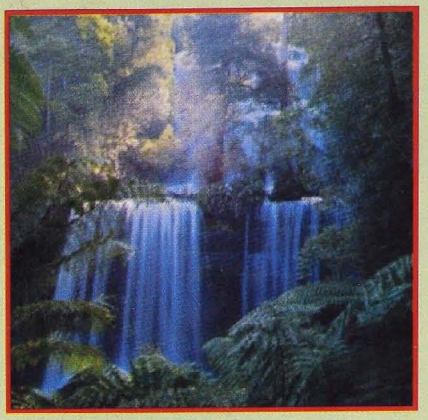


சூழ்நிலையியல் மற்றும் விலங்குகளின் நடத்தையியல்

ENVIRONMENTAL BIOLOGY AND ANIMAL BEHAVIOUR

வீ. உஷாராணி

தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
காமராசர் சாலை, சென்னை - 600 005.

சூழ்நிலையியல் மற்றும் விலங்குகளின் நடத்தையியல்

வீ. உஷாராணி

தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்,
காமராசர் சாலை, சென்னை 600 005.

முதற் பதிப்பு : 2011

பதிப்புரிமை : தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
சென்னை – 600 005

நூலின் பெயர் : சூழ்நிலையியல் மற்றும் விலங்குகளின் நடத்தையியல்

நூலாசிரியர் : திருமதி வீ. உஷாராணி,
துறைத் தலைவர்,
விலங்கியல் துறை,
காயிதே மில்லத் மகளிர் கல்லூரி,
சென்னை 600 002.

மறு ஆய்வு செய்தவர் : முனைவர் எல்.எஸ்.இரங்கநாதன்,
பேராசிரியர் (ஓய்வு),
விலங்கியல் துறை,
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்,
அண்ணாமலை நகர் 608 002.

தமிழ் திருத்தம் செய்தவர் : முனைவர் கு. மங்கையர்க்கரசி,
இணைப் பேராசிரியர்,
தமிழ்த் துறை,
இராணி மேரி கல்லூரி,
சென்னை – 600 004.

விலை : ரூ 116.00

அச்சிட்டோர் : சென்னை அச்சக தொழிற் கூட்டுறவு சங்கம் லிட்.,
6, பாரதி சாலை, (பைகிராப்ட்ஸ் ரோடு),
திருவல்லிக்கேணி, சென்னை – 600 005.
தொலைபேசி : 28446287

சூழ்நிலையியல் மற்றும் விலங்குகளின் நடத்தையியல்

பகுதி – I

அத்தியாயம் – 1 பக்கம்

சூழ்நிலை மண்டலம் (Ecosystem) 1

சூழ்நிலைமண்டலத்தின் வகைகள்

சூழ்நிலை மண்டலத்தின் அமைப்பு

சூழலியற் பட்டைக்கூம்புகள் (Ecological pyramids)

சூழ்நிலைமண்டலத்தின் ஆக்கவளம் (Productivity of ecosystem)

பல்வேறு சூழ்நிலை மண்டலங்களின் ஆக்கவளம்

உணவுச் சங்கிலிகள் (Food chains)

உணவுவலை (Food Web)

சூழலியற்சார் ஆற்றலாய்வியல் (Ecological energetics)

சூழ்நிலை மண்டலத்தின் ஆற்றல் பாய்வு

சூழலியற் திறன் (Ecological efficiencies)

அத்தியாயம் – 2

வளமை சூழலியல் (Resource Ecology) 21

புதுப்பிக்கவல்ல இயற்கை வளம்

புதுப்பிக்கஇயலா இயற்கை வளம் (Non renewable resource)

வழக்கமுறை மற்றும் வழக்க முறைமாற்று ஆற்றல் வளங்கள்

(Conventional and Non conventional sources)

புதைவடிவ எரிபொருட்கள்

நீர்வள ஆற்றல் (Water energy resources)

அணுக்கரு ஆற்றல் (Nuclear power)

மரபு சாரா அல்லது வழக்கமுறை மாற்று ஆற்றல் வளங்கள்
உயிர்த்திரளை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஆற்றல் (Biomass based energy)

அத்தியாயம் – 3
உயிர்த்தொகை சூழலியல் (Population Ecology) **33**

உயிர்த்தொகை
உயிர்த்தொகை அடர்த்தி (Population density)
உயிர்த்தொகையின் பிறப்பு விகிதம்.
இனத்தொகையின் இறப்பு விகிதம் (Mortality of population)
ஆயுள் அட்டவணை
உய்வுவளை வரைவு (Survival curve)
அகவைப்பங்கீடு (Age distribution)
அகவைப்பட்டைக்கூம்புகள் (Age pyramids)
உயிர்த்தொகைப் பெருக்கம் (Population growth)
உயிர்த்தொகையின் வளர்ச்சி விகிதம் (Grouth rate of population)
உயிரிய உள்ளாற்றல் (Biotic potential)
உயிர்த்தொகைப் பரவல் (Population dispersal)
உயிர்த்தொகைப் பெருக்கத்தை பாதிக்கும் காரணிகள் மற்றும் உயிர்த்தொகை ஒழுங்குபாடு.

அத்தியாயம் – 4
சூழலியற் உயிரினத் தொடர்ச்சி (Ecological succession) **49**

உயிரினத் தொடர்ச்சிக்கான காரணங்கள் (Causes of succession)
உயிரினத்தொடர்ச்சியின் அடிப்படை வகைகள்
உயிரினத் தொடர்ச்சியின் செயல்முறை
உயிரினத் தொடர்ச்சியின் எடுத்துக்காட்டுகள்
உயிரினத் தொடர்ச்சியின் கொள்கைகள்

அத்தியாயம் – 5

உயிரிய நில வேதிய சுழற்சிகள் **(Biogeochemical cycles)** 60

படிவாக்கச் சுழற்சிகள் (Sedimentary cycles)

கந்தகச் சுழற்சி

பாஸ்ஃபரஸ் சுழற்சி

பயன் குறைவுத்தனிமங்களின் சுழற்சி (cycling of Non essential elements)

கரிம ஊட்டப் பொருட்களின் சுழற்சி (Cycling of organic nutrients):-

தனிமங்களின் மறுசுழற்சி வழித்தொடர் (Recycling pathways of Elements)

அத்தியாயம் – 6

மாசுறுதல் – **Pollution** 70

மாசுபடுத்திகள் (Pollutants)

உயிரிய வழிச் சிதைவுறும் மாசுபடுத்திகள்

உயிரிய வழிச்சிதைவுறா மாசுபடுத்திகள்

சுற்றுச்சூழல் மாசடைவதற்கான காரணங்கள்

மாசுறுதலின் வகைகள்

காற்று மாசுறுதல் 79

காற்று மாசுறுதலின் மூலாதாரங்கள் (Sources of Air Pollution)

காற்று மாசுபடுத்திகளின் வகைகள்

காற்று மாசுபாட்டினால் உயிரிகளுக்கு ஏற்படும் விளைவுகள்

காற்று மாசடைவதால் சூழ்நிலையில் ஏற்படும் விளைவுகள்

பசுமை இல்ல விளைவு (Green House Effect) 93

பசுமை இல்ல வாயுக்கள்

பசுமை இல்ல வாயுக்களின் மூலாதாரங்கள்

பசுமை இல்ல விளைவால் ஏற்படும் தீமைகள்

பசுமை இல்ல விளைவுகளின் தடுப்பு முறைகளும் கட்டுப்படுத்துதலும்
புகைபனி (Smog)
ஒளிவேதியியல் புகைபனியைக் கட்டுப்படுத்துதல்
காற்று மாசுறுதலை தடுத்தல் மற்றும் கட்டுப்படுத்துதல்
காற்று மாசுபடுதலின் உயிரிய சுட்டிகள்
(Biological indicators for air pollution).

நீர் மாசுறுதல் **112**

நீர் மாசுறுதலின் வரையறை
நீர் மாசடைதலின் மூலாதாரங்கள்
உயிரிசார் ஆக்ஸிஜன் தேவை (Biological oxygen demand)
உயிரிசார் ஆக்ஸிஜன் தேவையைக் கணக்கிடல் (Determination of BOD)
BOD பரிசோதனையின் கட்டுப்பாடுகள் (Limitations of BOD test)
BOD சோதனையின் பயன்கள்
வேதியியல் ஆக்ஸிஜன் தேவை (Chemical oxygen demand – COD)
நீர் மாசடைதலைக் கட்டுப்படுத்துதல்
கழிவுநீர் சுத்திகரிக்கும் வழிமுறைகள்
நீர் மாசடைதலைத் தடுக்கவும் கட்டுப்படுத்தவும் சில ஆலோசனைகள்

கதிரியக்க மாசுபாடு (Radiation pollution) **128**

கதிரியக்கத்தின் வகைகள்
கதிரியக்க மாசுபடுத்திகளின் மூலாதாரங்கள்
கதிரியக்கத்தைத் தடுக்கும் முறைகள்
கதிரியக்கத்தின் பயன்கள்

ஒலி மாசுபாடு (Noise Pollution) **136**

ஒலி மாசுபாட்டின் மூலாதாரங்கள்
ஒலி மாசுபாட்டின் விளைவுகள்
ஒலிமாசுபாட்டைக் கட்டுப்படுத்துதல்

பூச்சிக்கொல்லி மாசுபாடு (Pesticide pollution) **141**

செயற்கைக் கரிமப் பூச்சிக்கொல்லிகள் (Synthetic organic insecticides)

களைக்கொல்லிகள்

பூஞ்சைக்கொல்லிகள்

பிற பூச்சிக்கொல்லிகள்

பூச்சிக்கொல்லிகளால் ஏற்படும் விளைவுகள்

பூச்சிக்கொல்லி மாசுபாட்டைக் கட்டுப்படுத்துதல்

வெப்ப மாசுபாடு (Thermal pollution) **152**

கூடுதல் வெப்பநிலையின் மூலாதாரங்கள் (Sources of Surplus heat)

நீர்நிலைகளில் வெளியிடப்படும் வெப்பநீரால் ஏற்படும் விளைவுகள்

வெப்பநீரால் நீர்நிலைகளில் ஏற்படும் சூழலியல் விளைவுகள்

நகரமயமாதல் (Urbanization) **155**

நகரமயமாதலும் சுற்றுச்சூழலும்

உயிரியத் தீர்வாக்கம் (Bioremediation) **161**

உயிரியத் தீர்வாக்கத்தின் வகைகள்

உயிரியத்தீர்வாக்கத்தின் பயன்கள்

எதிர்கால வாய்ப்புகள்

மழைநீர் சேகரிப்பு (Rain water harvesting).

அயல் கரிமக் கூறுகளின் உயிரிவழித்திரள்வு (Bioaccumulation) **177**

உயிரியச்செறிவு

உயிரியத் திரள்வு (அ) உயிரியக்குவியம்

உயிரிய உருப்பெருக்கம் (Biomagnification)
உயிரியத் திரள்வு ஏற்படும் முறை (Process of bioaccumulation)
உயிரிய உருப்பெருக்கத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள்
(Factors affecting Biomagnification)
அயற்கரிமக்கூறுகளை நீக்குதல் (Elimination of xenobiotics)
உயிரியல் கண்காணிப்பு (Biomonitoring) மற்றும்
உயிரியச் சுட்டிகள் (Bioindicators)
உயிரியக்கண்காணிப்பின் நோக்கங்கள் (Objectives)
உயிரியப் குறிப்புணர்த்திகள் மற்றும் சுற்றுச்சூழல் கண்காணிப்பு.

அத்தியாயம் – 7

சுற்றுச்சூழல் சட்டங்கள் (Environmental legislation) **195**

வனவிலங்குகள் பாதுகாப்புச் சட்டம் 1972
இந்திய வனவிலங்கு வாரியம் (Indian Board of wildlife-IBWL)
காடுகள் பாதுகாப்புச்சட்டம் 1980
காடுகள் பாதுகாப்புச் சட்டத்தின் சட்டத்திருத்தம் – 1992
நீர் மாசுபாடு கட்டுப்பாட்டுச்சட்டம் 1974
மத்திய மாசுக்கட்டுப்பாட்டு வாரியம் (Central pollution control board)
மாநில மாசுக்கட்டுப்பாட்டு வாரியங்கள்
காற்று மாசுபாடுத்தடுப்பு மற்றும் கட்டுப்பாட்டுச் சட்டம் 1981
சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்புச் சட்டம் (The Environment protection Act 1986)
சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு விதி 1986ன் படி மாநில அரசின் பணிகள்

சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு

சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பின் நோக்கங்கள்
இயற்கை வளங்கள்
இயற்கை வளங்களைப் பாதுகாத்தல்
மீன்வளங்களைப் பாதுகாக்கும் வழிமுறைகள்

உயிரினப்பன்மய பாதுகாப்பு 209
Conservation of Biodiversity

இயற்கைச் சூழலில் பாதுகாத்தல் (In – situ conservation)
பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதிகளின் மேலாண்மை
இயற்கைச் சூழலுக்கு அப்பால் பாதுகாத்தல் (Ex – situ conservation)
தேசிய மற்றும் மாநில விலங்குகள்

சுற்றுச்சூழல் அறவியல் (Environmental Ethics). 215

சுற்றுச்சூழல் அறவியலின் அவசியம்
சுற்றுச்சூழல் அறவியலை வழிநடத்தும் கொள்கைகள்
சுற்றுச்சூழல் அறவியலின் அடிப்படை நெறிகள்
தனிமனிதர்கள் சமுதாயத்திற்கு ஆற்றவேண்டிய கடமை
அறவியலும் சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகளும்

திடக்கழிவுகளின் மேலாண்மை. 223

உயிரியவழிச்சிதைவடையாக்கழிவுகளால் ஏற்படும் பிரச்சினைகள்
திடக்கழிவுகளின் மேலாண்மை

அத்தியாயம் – 8
சுற்றுச்சூழல் கல்வி (Environmental Education) 228

சுற்றுச்சூழல் கல்வியின் இலக்கு (Goals of Environmental Education)
சுற்றுச்சூழல் கல்வியின் நோக்கம் (Objective of Environmental Education)
வழிநடத்தும் கொள்கைகள்(Guiding principles)
சுற்றுச்சூழல் கல்வித் திட்டங்கள் (Environmental Educational programmes)
இந்தியாவில் சுற்றுச்சூழல் கல்வி
சுற்றுச்சூழல் குறித்த முறைசார் கல்வி (Formal Environmental education)
முறைசாராச் சுற்றுச்சூழல் கல்வி

சுற்றுச்சூழல் தாக்க மதிப்பீடு **240**
(Environmental Impact Assesment (EIA)

ஆய்வுத் திட்டங்கள் (Projects)
EIAவின் சிறப்பியல்புகள் (Characteristics of EIA)
EIA வின் நோக்கங்கள் (Objectives of EIA)
EIA ஆக்கக்கூறுகள் (Component of EIA)
EIA ஒப்புதல் (clearance) பெறுவதற்கான வழிமுறைகள்
EIA ஆவணம் தயாரித்தல்

அத்தியாயம் – **9**
வனவிலங்குகளின் பாதுகாப்பு **(Wild life conservation)** **249**

அரிய வன விலங்குகள் அழிந்துபோக முக்கிய காரணங்கள்
விலங்குகளின் பாதுகாப்பு
தேசிய பூங்காக்கள் மற்றும் சரணாலயங்கள்
பட்டியல் ல் இடம்பெற்றுள்ள விலங்குகள்

அத்தியாயம் – **10**
தொலையறிதல் **(Remote sensing)** **269**

தொலையுணர்தல் தொடர்பான தொழில்நுட்பங்கள்
வான் ஒளிப்படம் (Aerial photography)
இடஞ்சார் ஒழுங்கமைவுகள் (Spatial arrangement) அல்லது பாங்கு (Pattern)
செயற்கைக்கோள் படிஉரு பிம்பங்கள்
இயற்கைச் சீற்றங்களை முன்கூட்டி அறிதல்
புறப்பிறப்பு விசையால் ஏற்படும் பாதிப்புகளைக் கணித்தல்
தொலையுணர்விகளைப் பயன்படுத்தி வளமை ஆராய்தல்

அத்தியாயம் – 11
உடற்செயலியல் சூழ்நிலையியல் 281

உயிரிகளின் உடற்செயலியல் தகவமைப்புகள்

கடல்வாழிடத் தகவமைப்புகள் (Adoptations to marine habitats)
நன்னீர் வாழிடத் தகவமைப்புகள் (Adaptations to Freshwater habitat)
தரைவாழிட விலங்குகளின் தகவமைப்புகள் (Adaptations to terrestrial Habitat)

வெப்ப ஒழுங்குபாடு (Thermoregulation) 292

அக வெப்ப உயிரிகளில் உடல் வெப்ப ஒழுங்குபாடு
(Temperature regulation in Endotherms)
உயர் வெப்பநிலைக்கான தகவமைப்புகள்
(Adaptations to High temperatures)
குளிர்ந்த சூழ்நிலைக்கான தகவமைப்புகள்

சூழ்நிலைகள் ஏற்படுத்தும் தகைப்புகள்
(Environmental stress) 299

தகைப்புகளின் வகைகள்
தகைப்பின் விளைவுகள்

பகுதி – II

விலங்குகளின் நடத்தையியல்
(Ethology or Animal Behaviour) 305

அத்தியாயம் – 1
1. நடத்தையியல் 306

நடத்தையியலின் வரையறை
நடத்தையியலின் பிரிவுகள்.

மாறாத் தன்மையுடைய நடத்தை மற்றும் பெறப்பட்ட நடத்தை
(Stereotyped and Acquired behaviour).
ஸ்டீரியோடைப் நடத்தையில் இயக்கங்களின் பாங்கம் (அ) சாயல்,
நிலையான செயல் பாங்கு (Fixed action pattern) FAP.
இயல்பூக்க நடத்தை (FAP or Instinctive behaviour)
இயல்பூக்க நடத்தையின் பண்பியல்புகள்

அத்தியாயம் – 2

2. நடத்தையியலில் நரம்பு மண்டலத்தின் பங்கு 316

நடத்தையியலில் மூளையின் பங்கு
மூளையின் பல்வேறு பகுதிகளும் அவற்றின் நடத்தையியல் செயல்பாடுகளும்
ஹைப்போதலாமஸ்
நடுமூளை
சிறுமூளை
மெடுல்லா
லிம்பிக் மண்டலம் (Limbic system)
வலையுறுத்தூண்டல்தொகுதி (Reticular activating system) RAS.
வலைப்பின்னலுரு அமைவாக்கம் (Reticular formation) RF

அத்தியாயம் – 3

3. திசையமைவு (Orientation). 334

திசையமைவின் வகைகள் (Types of orientation)
சார்பியக்கங்களின் வகைப்பாடு
பொருள் வழி திசையமைவு
மண்டலத் திசையமைவு (zonal orientation)
இடக்கிடப்பியல் திசையமைவு (Topographic orientation)
புவியியல் திசையமைவு
எதிரொலிவழி இடனறிதல்

அசைவியக்கத்தின் வகைப்பாடு

சார்பற்ற நேர் இயக்கம் (orthokinesis)

சுற்றுச்சார்பு அசைவியக்கம் (klinokinesis)

தேனீக்களின் மொழி (Languages of honey Bees)

அத்தியாயம் – 4

4. வன்னடத்தை (Aggressive behaviour) **351**

வன்னடத்தையின் வகைகள்

நரம்புகள் மற்றும் ஹார்மோன்கள் மூலம் வன்னடத்தைக்கட்டுப்படுதப்படுதல்

லிம்பிக் மண்டலம்

ஹைப்போதலாமஸ்

ஹார்மோன்கள்

விலங்கு ஆயுதங்கள்

அத்தியாயம் – 5

5. விலங்குகளின் நடத்தையில் ஃபெரமோன்களின் பங்கு **358**

ஃபெரமோன்களின் விளைவுகள்

முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளின் ஃபெரமோன்கள்

ஃபெரமோன் உற்பத்தியும் புலனுணர்வும் (Production and perception)

ஃபெரமோன் உற்பத்தி செய்யும் சுரப்பிகள்

ஃபெரமோன்களை உணரும் அமைப்புகள்

ஃபெரமோன்களின் பணிகள்

தொடர்புறவு (communication)

கூட்டுவாழ்க்கை அமைப்பைப் பராமரித்தல்

முதுகெலும்பிகள் வாசனைப்பொருட்கள் மூலம் குறியிடுதல்

அத்தியாயம் – 6

6. தொடர்புறுதல் (Communication) 367

தொடர்புறுதலின் நன்மைகள்

தொடர்புறுதலின் வகைகள் (Types of communication)

பார்வைசார் தொடர்புறுதல் (Visual Communication)

பார்வைக்குறியீடுகளின் பயன்கள்

தொடுஉணர்வு தொடர்புறுதல் (Tactile communication)

வேதியியல் குறியீடுகள்

அத்தியாயம் – 7

7. விலங்குகளில் நரம்பு மண்டலத்தின் பங்கில்லா நடத்தை. 389

அத்தியாயம் – 8

8. கற்றல் அல்லது அனுபவம் அல்லது பயிற்சி 392
(Learning or Experience)

உள்ளுறை கற்றல்

பிரித்தறிதல்

கற்றலில் நரம்புகளின் செயல்பாடு (Neural mechanism of learning)

நினைவாற்றல் (Memory)

அத்தியாயம் – 9

9. செயல்நோக்கம் (Motivation) 406

செயல்நோக்கத்தின் சிறப்புப் பண்புகள்

செயல் நோக்கத்தின் நரம்பு உடற்செயலியல் செயல்பாடுகள்

நடத்தையில் ஹைப்போதலாமஸின் பங்கு

செயல்நோக்கத்தின் கொள்கைகள்

அத்தியாயம் – 10

10.உயிரியல் கடிகை (Biological clock):- 410

நாளொழுங்குக் கடிகை (Circadian Clock)
அலையொழுங்குக் கடிகை (Circatidal clocks)
அரைமதிக் கடிகை அல்லது சொர்க்கா சைசிஜிக்
(Semi lunar (or) Circasyzygic clock)
மதியொழுங்குக் கடிகை(Circalunar or Circasynodic clock)
ஆண்டொழுங்குக் கடிகை (Circannual clock)
உயிரியல் கடிகை குறித்த கொள்கைகள்.

அத்தியாயம் – 11

11. பூச்சிகளின் சமூகநடத்தை 425
(Social Behaviour).

பூச்சிகளின் சமுதாய நடத்தையியல்
பூச்சிகளின் சமுதாயம் (Insect society)
தேனீக்களின் சமுதாய அமைப்பு
கரையான்களின் சமுதாய வாழ்க்கை
எறும்புகளின் சமுதாய வாழ்க்கை

அத்தியாயம் – 12

12.போலிமையும் நிறத்தோற்றமும் (Mimicry and colouration) 435

போலிமை (Mimicry)

போலிமையின் வகைகள்
போலிமையின் பயன்கள்

நிறத்தோற்றம். 442

நிறத்தோற்றத்தின் வகைகள்
நிறமாறாட்டம் (Camouflaging)

பகுதி – I

அத்தியாயம் – 1

சூழ்நிலை மண்டலம்
(Ecosystem)

பூமியில் அனைத்து உயிரிகளும் வாழும் பகுதி உயிரியக் கோளம் (Biosphere) எனப்படும். உயிரியக் கோளத்தில் பெரும்பாலும் வளிமண்லம், (Atmosphere) பாறைக் கோளம் (lithosphere) மற்றும் நீர்க்கோள மண்டலங்கள் (hydrosphere) போன்றவை இணைகின்ற குறுகிய பகுதிகளில் உயிரிகள் வாழ்கின்றன. இந்தக் குறுகிய பரப்புகளுக்கிடையே, அதாவது வளிமண்டலம், பாறைக்கோளம் மற்றும் நீர்க்கோள மண்டலங்களில் அமைந்துள்ள மிகவும் சிக்கலான பகுதி உயிரியக்கோளம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

பூமியில் வளிமண்டலத்திற்கும் பாறைமண்டலத்திற்கும் இடையே உள்ள சந்திவிளிம்புப் பகுதியில் விலங்குகளும் தாவரங்களும் வாழ்கின்றன. இதைப்போல கடலுக்கும் நிலப்பகுதிக்கும் இடையே உள்ள சந்திவிளிம்பில் கடற்கரை விலங்குகளும் கரையை ஒட்டி அமைந்துள்ள கடல் பகுதியில் கடல் நீரில் வாழும் விலங்குகளும் வாழ்கின்றன.

குளம், ஏரி, கடல், காடு அல்லது பாலைவனம் என்று எந்த அமைவிடமாக (location) இருந்தாலும் தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் நுண்ணுயிரிகள் என்று எந்த வித உயிரிகளாக இருந்தாலும் அவற்றின் சுற்றுச்சூழல்கள் ஒன்றோடு ஒன்று நடத்தும் சீரான இடையீட்டுவினையின் காரணமாக அவற்றிக்கிடையே தொடர்ச்சியான ஆற்றல் பாய்வு (energy flow) ஏற்படுகிறது. ஒவ்வொரு அமைவிடத்திலும் இந்த உயிரிய மற்றும் உயிரற்ற ஆக்கக்கூறுகளை உடைய சூழ்நிலை மண்டலத்தின் அமைப்பையும் வேலையையும் ஒழுங்குபடுத்தும் சில அடிப்படைக் கொள்கைகள் உள்ளன. இந்த அத்தியாயத்தில் சூழ்நிலை மண்டலத்தின் அமைப்பையும் பல்வேறு ஆக்கக்கூறுகளின் வழியாக ஆற்றல் (energy) மற்றும் பருப்பொருள் (matter) பாய்வையும் காணலாம்.

சூழ்நிலை மண்டலம்:–

சூழ்நிலை மண்டலம் (Ecosystem) என்னும் சொல் 1935ல் A.G. டான்ஸ்லீ (A.G. Tansley) என்பவரால் முதன் முதலில் மொழியப்பட்டது. 'சுற்றுச் சூழலில் உள்ள உயிரற்ற மற்றும் உயிருள்ள காரணிகளின் ஒருங்கிணைந்த செயல்பாடுகளின் விளைவே சூழ்நிலை மண்டலம்' என்று ஏ.ஜீ. டான்ஸ்லீ வரையறுத்துள்ளார். அதாவது ஒரு சூழ்நிலைமண்டலத்தில் உயிரிகள் மட்டுமின்றி சுற்றுச்சூழலில் உள்ள அனைத்து இயற்பியற்காரணிகளும் அதில் அடங்கும். சூழ்நிலை மண்டலம் என்னும் கருத்து சமீபத்தில் எற்பட்டது அல்ல. விலங்குகளுக்கும் சுற்றுச்சூழலுக்கும் இடையே உள்ள ஒருங்கிசைவு 1800களின் பின்பகுதியிலேயே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. சில இலக்கியங்களில் சூழ்நிலை மண்டலம் என்பதற்கு இணையான பயோசீனோசிஸ் (Biocoenosis), மைக்ரோசோம் (Microsom) ஜியோபயோசீனோசிஸ் (Geobiocoenosis), ஹோலோசீன் (Holocoen), பயோசிஸ்டம் (biosystem) போன்ற சொற்கள் காணப்படுகின்றன. எனினும் சூழ்நிலை மண்டலம் என்னும் பொருள் தரும் Ecosystem என்னும் சொல் மிகவும் பொருத்தமாக அமைந்துள்ளது. இதில் 'Eco' என்னும் பகுதி சுற்றுச்சூழலையும், system என்னும் பகுதி ஒன்றையொன்று சார்ந்து செயல்படும் பிற காரணிகளையும் குறிக்கிறது.

நாம் வாழும் மிகப்பெரிய சூழ்நிலை மண்டலமான பூமியில் உயிரிய மற்றும் உயிரற்ற காரணிகள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று தொடர்ந்து வினை மற்றும் எதிர்வினை புரிந்து சூழ்நிலையின் அமைப்பிலும் செயல்பாடுகளிலும் மாறுதல்களை ஏற்படுத்துகின்றன. பெரிய சூழ்நிலை மண்டலமான உயிரியக் கோளமானது பல அளவுகளைக் கொண்ட சிறிய சூழ்நிலை மண்டலங்களை உள்ளடக்கியுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, தரைச்சூழ்நிலை மண்டலத்தில் – காடுகள், பாலைவனம், புல்வெளிகள் போன்றவையும் நீர்ச்சூழ்நிலை மண்டலத்தில் – நன்னீர், கடல் நீர், போன்றவையும் அமைந்துள்ளன. ஒரு சூழ்நிலை மண்டலமானது ஒரு குளம், விவசாயநிலம் போல சிறியதாகவோ அல்லது கடல், பாலைவனம் அல்லது காடுகளைப் போல மிகப்பெரியதாகவோ இருக்கலாம். எனினும் ஒவ்வொரு சூழ்நிலைமண்டலமும் காலம் மற்றும் இடம் ஆகியவற்றிக்கேற்ப பிரிக்கப்பட்டிருந்தாலும் செயல்முறைகளின்படி அவை ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்டு முழுமையாக ஒருங்கிணைக்கப்படுகிறது.

சூழ்நிலைமண்டலத்தின் வகைகள் :-

1. இயற்கைச் சூழ்நிலை மண்டலம்:-

இது இயற்கையாக, மனிதர்களின் தலையீடு இன்றித் தாமாக நடைபெறுகின்றது. வாழிடத்தின் அடிப்படையில் இயற்கைச் சூழ்நிலை மண்டலங்களானது காடுகள், புல்வெளிகள் மற்றும் பாலைவனங்கள் போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய 'தரைச்சூழ்நிலை மண்டலங்கள்' என்றும் நன்னீர், கடல் நீர் போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய நீர்ச்சூழ்நிலை மண்டலம் என்றும் இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

2. மனிதர்கள் ஏற்படுத்திய சூழ்நிலை மண்டலங்கள் அல்லது செயற்கை சூழ்நிலை மண்டலங்கள்:-

இவை மனிதர்களால் செயற்கையாக உருவாக்கப்பட்டுப் பராமரிக்கப்படும் மண்டலங்கள் ஆகும். இம்மண்டலங்களில் ஆற்றலைச் சேர்த்துத் திட்டமிட்டுக் கையாளுவதால் இயற்கைச் சமநிலையானது தொடர்ந்து பாதிக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக பயிர்நிலங்களில் மனிதர்கள் உயிரியச் சமுதாயங்களையும் இயற்பிய வேதியியல் காரணிகளையும் கட்டுப்படுத்தி உருவாக்கும் விளைநிலங்கள் செயற்கைச் சூழ்நிலை மண்டலங்களாகும்.

சூழ்நிலை மண்டலத்தின் அமைப்பு:-

சூழ்நிலை மண்டலத்தின் அமைப்பில் 1. அச்சூழ்நிலை மண்டலத்தில் வாழும் உயிரியச் சமுதாயங்களின் (biological community) கூட்டமைப்பு, (சிற்றினங்கள் அவற்றின் எண்ணிக்கை, உயிர்த்திரள் (biomass), வாழ்க்கைச் சுழற்சி மற்றும் அவற்றின் பரவல் போன்றவை) 2. உணவூட்டப் பொருட்கள் (நீர் போன்ற உயிரற்றப் பொருட்களின் அளவும் பரவலும்). 3. வெப்பம், ஒளி போன்றவற்றின் வீச்செல்லை (range) போன்றவை அடங்கும்.

சூழ்நிலைமண்டலத்தில் கீழ்க்கண்ட இரண்டு பெரிய ஆக்கக் கூறுகள் உள்ளன.

I. உயிரற்ற ஆக்கக்கூறுகள் (Abiotic component):-

பாஸ்பரஸ், கந்தகம், கார்பன், நைட்ரஜன், ஹைடிரஜன் போன்ற கனிமங்கள் இதில் அடங்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஒரு சூழ்நிலைமண்டலத்தில் உள்ள கனிமங்களின் அளவு இருப்பு நிலை (standing state) அல்லது இருப்புத் தரம் (standing quality) எனப்படும்.

2. சுற்றுச்சூழல் அல்லது உயிர்த்திரளில் உள்ள குளோரோஃபில் (chlorophyll) போன்ற கனிம வேதிப்பொருட்கள் மற்றும் புரதம் கார்போஹைடிரேட் போன்ற கரிமப் பொருட்களின் அளவும் அவற்றின் பரவலும்.

3. குறிப்பிட்ட நிலப்பரப்பின் சீதோஷ்ண நிலை.

II. உயிரிய ஆக்கக்கூறுகள் (Biotic components):-

இதில் உயிரிகள் அவற்றின் உணவூட்டத்தின் அடிப்படையில் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

1. தன்னூட்ட ஆக்கக்கூறுகள் (Autotrophic component):-

இதில் ஒளி ஆற்றல் மற்றும் எளிய கனிமங்களைப் பயன்படுத்தி சிக்கலான மூலக்கூறுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஒளிச்சேர்க்கை நடத்தும் பாக்டீரியாக்கள் உள்ளிட்ட தாவரங்கள் இதில் அடங்கும். வேதியக் கூட்டிணைப்பு நுண்ணுயிர்களும் (Chemosynthetic microbes) கரிமங்களை (organic matter) ஓரளவுக்கு உற்பத்தி செய்கின்றன. தன்னூட்ட ஆக்கக் கூறுகளின் உறுப்பினர்கள் உற்பத்தியாளர்கள் (producers) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

2. சார்ந்துண்ணும் ஆக்கக்கூறுகள் (Hetertrophic components):-

இதில் உற்பத்தியாளர்கள் உற்பத்தி செய்த பொருட்களை நுகரும் உயிரிகள் அடங்கும். இவ்வுயிரிகள் நுகர்வோர் (consumers) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. நுகர்வோர் இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை.

அ. பெரு நுகர்வோர் (Macro consumers):-

இவற்றில் தாவர உண்ணிகள் (Herbivores), மாமிச உண்ணிகள் (Carnivores), மற்றும் அனைத்துண்ணிகள் (Omnivores) போன்றவை அடங்கும். தாவர உண்ணிகள் முதன்மை நுகர்வோர் (primary consumers) ஆவர். மாமிச உண்ணிகளும் அனைத்துண்ணிகளும் இரண்டாம் நிலை மற்றும் மூன்றாம் நிலை நுகர்வோர் (Secondary and tertiary consumers) ஆவர்.

ஆ. நுண் – நுகர்வோர் (Micro consumers):-

இவை பொதுவாக சிதைப்பவை (decomposers) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இதில் பெரும்பாலும் பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் பூஞ்சைகள்

போன்ற மட்குண்ணிகள் (saprotrophs) அடங்கும். இவை இறந்த உயிரிகளின் உடலிலுள்ள சிக்கலான கூட்டுப்பொருள்களைச் சிதைத்து கனிம ஊட்டப்பொருட்களை (inorganic nutrients) சுற்றுச்சூழலில் வெளியிடுகின்றன. இவ்வாறு வெளியிடப்படும் ஊட்டப் பொருட்களைத் தன்னூட்ட உயிரிகள் மீண்டும் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன.

ஒரு சூழ்நிலை மண்டலத்தின் உணவூட்ட அமைப்பானது (trophic structure) ஒரு விதமான உற்பத்தியாளர் – நுகர்வோர் வரிசையமைப்பாகும். இதில் ஒவ்வொரு 'உணவு' மட்டமும் 'ஊட்டமட்டம்' (trophic level) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு ஊட்டமட்டத்திலும் உள்ள உயிர்த்தொகையின் அளவு 'இருப்புப் பயிர்' (Standing crop) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இச்சொல் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் ஆகிய இரண்டு உயிரிவகைக்கும் பொதுவானது. இருப்புப் பயிரானது ஒரு அலகுப் பரப்பில் (unit area) உள்ள உயிரிகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் உயிர்த்திரளின் (bio mass) அளவு போன்றவற்றின் அடிப்படையில் குறிப்பிடப்படுகிறது.

சூழலியற் பட்டைக்கூம்புகள் (Ecological pyramids) :-

ஒவ்வொரு வகை சூழ்நிலை மண்டலத்திற்கும் சிறப்பியல்பு கொண்ட ஊட்ட அமைப்பு (trophic structure) உள்ளது. அடுத்தடுத்த ஊட்டமட்டங்களின் (அதாவது உற்பத்தியாளர்→தாவரஉண்ணிகள் → மாமிச உண்ணிகள் போன்றவை) ஊட்ட அமைப்பும் வேலையும் சூழலியற்பட்டைக் கூம்புகள் அல்லது கூம்பகங்கள் (Ecological pyramids) என்னும் வரைபடங்கள் மூலம் விளக்கப்படுகிறது. இதில் முதலாவதாக உற்பத்தியாளர் மட்டம் பட்டைக்கூம்பின் அடியிலும் அடுத்தடுத்த மட்டங்கள் ஒவ்வொன்றாக மேலே அமைந்தும் ஒரு கூம்பு வடிவத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. மூன்று வகை சூழலியற் கூம்புப் பட்டைகள் உள்ளன.

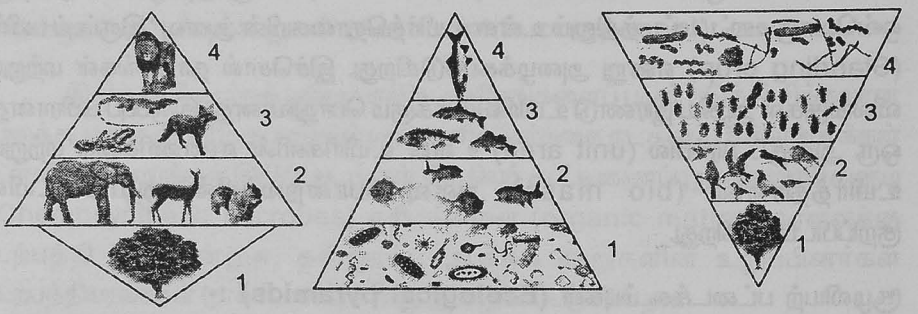
1. எண்ணிக்கைப் பட்டைக் கூம்புகள் (Pyramid of number):-இது ஒவ்வொரு ஊட்டமட்டத்திலும் உள்ள தனி உயிரிகளின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கிறது.

2. உயிர்த்திரள் பட்டைக் கூம்புகள் (Pyramid of biomass):-இது ஒவ்வொரு ஊட்டமட்டத்திலும் உள்ள அனைத்து உயிர்ப்பொருளின் மொத்த உலர்எடையைக் (total dry weight) குறிக்கிறது.

3. ஆற்றல் பட்டைக் கூம்பு (Pyramid of energy):- இது ஒவ்வொரு ஊட்ட மட்டத்திலும் ஏற்படும் ஆற்றல் பாய்வு வேகம் மற்றும் ஆக்கவளம் அல்லது

உற்பத்தித்திறம் (productivity) ஆகியவற்றைக் குறிக்கிறது. உணவுச்சங்கிலியின் தன்மைக்கேற்ப எண்ணிக்கைக் கூம்பகம் மற்றும் உயிர்த்திரள் கூம்பகம் ஆகிய இரண்டும் நேராகவோ அல்லது தலை கீழாகவோ அமைந்திருக்கும். ஆனால் ஆற்றல் கூம்பகம் எப்போதும் நேராகவே அமைந்திருக்கும்.

1. எண்ணிக்கைக் கூம்பகம் அல்லது எண்ணிக்கை பட்டைக் கூம்பு:–



A. காட்டுச் சூழ்நிலை மண்டலம். B குளச் சூழ்நிலை மண்டலம். C ஒட்டுண்ணி உணவுச்சங்கிலி

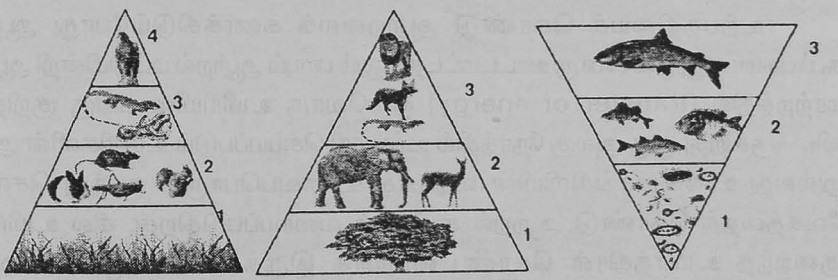
1. உற்பத்தியாளர் 2. முதல்நிலை நுகர்வோர் 3. இரண்டாம் நிலை நுகர்வோர் (மாமிச உண்ணிகள்) 4. மூன்றாம் நிலை நுகர்வோர் (மாமிச உண்ணிகள்)

ஒவ்வொரு ஊட்ட மட்டத்திலும் உள்ள உற்பத்தியாளர்கள், தாவர உண்ணிகள் மற்றும் மாமிச உண்ணிகளின் எண்ணிக்கையை இது குறிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக புல்வெளிச் சூழ்நிலை மண்டலத்தில் உற்பத்தியாளரான புற்களின் எண்ணிக்கை எப்போதும் உச்சநிலையில் இருக்கும். முதன்மை நுகர்வோரான முயல், எலி போன்ற தாவர உண்ணிகளின் எண்ணிக்கை புற்களைவிடக் குறைவாகவும், இரண்டாம் நிலை நுகர்வோரான பாம்புகள், பல்லிகள் போன்றவற்றின் எண்ணிக்கை தாவர உண்ணிகளைவிடக் குறைவாகவும் இருப்பதால் அவற்றின் ஊட்டமட்டம் மேலே செல்லச்செல்லப் படிப்படியாகக் குறையும். கடைசியில் மூன்றாம் நிலை நுகர்வோரான கழுகுகள், பறவைகள், போன்றவை மிகக் குறைவான எண்ணிக்கையில் இருப்பதால் இவை கூம்பகத்தின் உச்சியில் அமைந்திருக்கும். எனவே கூம்பகமானது நேராக அமைந்திருக்கும். இதைப்போல குளச் சூழ்நிலை மண்டலத்திலும் நேரான கூம்பகம் அமைந்திருக்கின்றது. இதில் உற்பத்தியாளரான பாசிகள், பாக்டீரியா மற்றும் தாவர மிதவை உயிரிகளின் எண்ணிக்கை மிக அதிகம். முதன்மை நுகர்வோரான சிறு மீன்கள், ரோட்டிஃபர்கள்

போன்ற தாவர உண்ணிகள் உற்பத்தியாளரைவிடச் குறைந்த எண்ணிக்கையிலும், இரண்டாம் நிலை நுகர்வோரான மீன்களை உண்ணும் சிறு மீன்கள், நீர் வண்டுகள் போன்ற மாமிச உண்ணிகள் தாவர உண்ணிகளைவிடக் குறைந்த எண்ணிக்கையிலும் கடைசியில் மூன்றாம் நிலை நுகர்வோரான பெரிய மீன்கள் மிகக் குறைந்த எண்ணிக்கையிலும் காணப்படும். காட்டு சூழ்நிலைமண்டலங்களில் எண்ணிக்கைக் கூம்பகத்தின் வடிவம் மாறுபட்டுக் காணப்படும். இதில் உற்பத்தியாளரான பெரிய மரங்கள் மிகக்குறைந்த எண்ணிக்கையில் கூம்பகத்தின் அடிப்பகுதியில் அமைந்திருக்கின்றது. முதல்நிலை நுகர்வோரான பழந்தின்னும் பறவைகள், யானைகள், மான்கள் போன்ற தாவர உண்ணிகள் உற்பத்தியாளரைவிட அதிக எண்ணிக்கையில் காணப்படும். ஆனால் அதனைத் தொடர்ந்து வருகின்ற மாமிச உண்ணிகளின் எண்ணிக்கை படிப்படியாகக் குறைந்து கூம்பகத்தின் வடிவம் மீண்டும் நேராக அமைந்துவிடும். ஒட்டுண்ணி உணவுச்சங்கிலியில் கூம்பகம் எப்போதும் தலைகீழாக அமையும். ஏனெனில் ஒரு தாவரம் பல தாவர உண்ணிகளின் வளர்ச்சிக்குக் காரணமாக அமையும். ஒவ்வொருதாவர உண்ணியும் பல ஒட்டுண்ணிகளுக்கு உணவூட்டம் அளிக்கும். ஒவ்வொரு ஒட்டுண்ணியும் பல மீயொட்டுண்ணிகளுக்கு (hyperparasites) இடமளிக்கும். எனவே இக்கூம்பகத்தில் உயிரிகளின் எண்ணிக்கை படிப்படியாக அதிகரிப்பதால் கூம்பகம் தலைகீழ் வடிவத்தில் உள்ளது.

2. உயிர்த்திரள் கூம்பகம் அல்லது உயிரத்திரள் பட்டைக்கூம்பு (Pyramid of Biomass):-

உயிர்த்திரள் கூம்பகம்

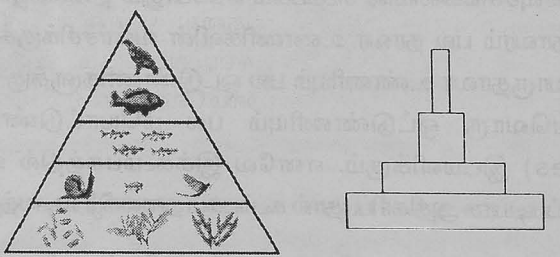


A புல்வெளி சூழ்நிலை மண்டலம் B காடு சூழ்நிலை மண்டலம் C குளச்சூழ்நிலை மண்டலம்

1.உற்பத்தியாளர். 2. முதல் நிலை நுகர்வோர் (தாவர உண்ணிகள்) 3.இரண்டாம் நிலை நுகர்வோர் (மாமிச உண்ணிகள்) 4. மூன்றாம் நிலை நுகர்வோர் (மாமிச உண்ணிகள்)

உணவுச் சங்கிலியில் உள்ள உறுப்பினர்களின் உயிர்த்திரளானது உயிர்த்திரள் கூம்பகத்தை ஏற்படுத்துகிறது. இதில் உயிர்த்திரள் அளவானது ஒவ்வொரு ஊட்டமட்டத்திலும் படிப்படியாக குறைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, புல்வெளிகள் மற்றும் காடுகளில், உயிரிகளின் உயிர்த்திரளானது உற்பத்தியாளர் மட்டத்திலிருந்து மாமிச உண்ணிகள் வரை படிப்படியாகக் குறைகிறது. எனவே கூம்பகமானது நேராக அமைந்திருக்கிறது. எனினும் குளச்சூழ்நிலை மண்டலத்தில் உற்பத்தியாளர்கள் சிறிய உயிரிகள் என்பதால் இவற்றின் உயிர்த்திரள் குறைவாகவே இருக்கும். எனவே அடுத்தடுத்துவரும் தாவர உண்ணிகள், மாமிச உண்ணிகள் போன்றவற்றின் உயிர்த்திரளின் அளவு அதிகரிப்பதால் கூம்பகமானது தலைகீழ் வடிவத்தில் அமைந்திருக்கும்.

3. ஆற்றல் கூம்பகம் (அ) ஆற்றல் பட்டைக்கூம்பு (Energry pyramid):-



ஒரு சூழ்நிலை மண்டலத்தின் ஆற்றல் கூம்பகம் (கிகலோரி / அலகுப் பரப்பு / அலகு நேரம், பருவம் அல்லது வருடம்.

உற்பத்தியைக் கொண்டு ஆற்றலைக் கணக்கிடும்போது ஆற்றல் கூம்பகமானது ஒவ்வொரு ஊட்டமட்டத்திலும் பாயும் ஆற்றல் மட்டுமின்றி ஆற்றல் மாற்றத்தில் (transfer of energy) ஒவ்வொரு உயிரியின் பங்கு குறித்தும் விளக்குகிறது. ஒரு அலகு நேரத்தில் உற்பத்தி செய்யப்படும் உயிரிகளின் அளவு அல்லது உணவுச்சங்கிலியின் வழியாக உணவுப்பொருள் கடந்து செல்லும் வேகத்தைக் கொண்டு ஆற்றல் கூம்பகம் வரையப்படுகிறது. சில உயிரிகள் குறைந்த உயிர்த்திரள் கொண்டவையாக இருக்கலாம். ஆனால் அவை தன்மயமாக்கிக் (Assimilated) கடத்திய மொத்த ஆற்றலானது அதிக உயிர்த்திரள் கொண்ட உயிரியின் ஆற்றலைவிட அதிகமாக இருக்கலாம். ஆற்றல் கூம்பகங்கள் எப்போதும் நேராக அமைந்திருக்கின்றன. ஏனெனில் ஒவ்வொரு ஊட்டமட்டத்திலும் பெறும் ஆற்றலைவிடக் கடத்தப்படும் ஆற்றல் குறைவாகவே இருக்கும்.

எடுத்துக்காட்டாக நீர்ச் சூழ்நிலை மண்டலங்களில் உற்பத்தியாளர்களின் உயிர்த்திரள் நுகர்வோரின் உயிர்த்திரளைவிடக் குறைவாகக் இருந்தாலும் அவை சேமித்துக் கடத்தும் ஆற்றலின் அளவு நுகர்வோர் கடத்தும் ஆற்றலைவிட அதிகமாக இருக்கும்.

சூழ்நிலைமண்லத்தின் ஆக்கவளம் (Productivity of ecosystem):-

ஒரு அலகு நேரத்தில் உற்பத்தி செய்யப்படும் கரிமப்பொருட்களின் அளவு ஆக்கவளம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஆக்கவளம் மூன்று வகைப்படும்.

1. முதன்மை ஆக்க வளம் (Primary productivity):-

இது பெரும்பாலும் ஒளிச்சேர்க்கை புரியும் தன்னூட்ட உயிரிகளுடனும், ஓரளவு வேதியக்கூட்டிணைப்பு நுண்ணுயிர்களுடனும் தொடர்புடையது. இவற்றில் பெருந்தாவரங்கள், சிறு தாவரங்கள், மிதவை நுண்ணுயிரிகள் மற்றும் சில ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் பாக்டீரியாக்கள் அடங்கும். உற்பத்தியாளர்கள் ஒளிச்சேர்க்கை மற்றும் வேதியச்சேர்க்கை மூலம் வெப்பக்கதிர்வீச்சாற்றலை (radiant energy) சேமிக்கும் வேகம் முதன்மை ஆக்கவளம் எனப்படும். முதன்மை ஆக்கவளம் மேலும் இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

(a) மொத்த முதன்மை ஆக்கவளம்:-

பச்சைத் தாவரங்களில் உற்பத்திசெய்யப்பட்டு உணவாகச் சேமித்துவைக்கப்பட்டிருக்கும் மொத்த ஆற்றல் 'மொத்த முதன்மை ஆக்க வளம்' எனப்படும். அல்லது சுவாசித்தலுக்காகப் பயன்படுத்திய கரிமப்பொருட்கள் உள்ளிட்ட மொத்த ஒளிச்சேர்க்கை வேகம் மொத்த முதன்மை ஆக்கவளம் எனப்படும்.

இது மொத்த ஒளிச்சேர்க்கை (Total photosynthesis) அல்லது மொத்த தன்மயமாதல் (Total assmilation) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. மொத்த முதன்மை ஆக்கவளத்தின் வேகம் தாவரத்திலுள்ள பச்சையத்தினைச் சார்ந்தது. ஒரு மணி நேரத்தில் ஒரு கிராம் பச்சையத்தால் நிலைப்படுத்தப்படும் CO_2ன் அளவு ஒளிர்சேர்க்கை எண் எனப்படும். எனவே ஆக்க வளத்தின் வேகமானது நிலைப்படுத்தப்படும் CO_2 அளவு / ஒரு கிராம் பச்சையம் / ஒரு மணி நேரம் என்னும் அலகால் குறிக்கப்படுகிறது.

(b) நிகர முதன்மை ஆக்க வளம் (Net primary productivity):-

ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவில் உற்பத்திசெய்யப்பட்ட கரிமங்களில் சுவாசித்தலுக்காகப் பயன்படுத்தப்பட்ட கரிமப் பொருட்கள் நீங்கலாக பிற கரிமப் பொருட்கள் திசுக்களில் சேமிக்கப்படும் வேகம் நிகர முதன்மை ஆக்கவளம் என்ப்படும். இதனால் உயிர்த்திரளின் அளவு அதிகரிக்கிறது. இது 'வெளிப்படை ஒளிச்சேர்க்கை' (apparent photosynthesis) என்றும் நிகர தன்மயமாதல் (net assimilation) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

(2) இரண்டாம் நிலை ஆக்கவளம்:-

இது நுகர்வோர் அல்லது சார்ந்துண்ணும் உயிரிகளைக் குறிக்கிறது. நுகர்வோர் அளவில் ஆற்றல் சேமிக்கப்படும் வேகம் இரண்டாம் நிலை ஆக்கவளம் எனப்படும். உற்பத்தியாளர்களால் ஏற்கனவே உற்பத்தி செய்யப்பட்ட உணவுப் பொருளை நுகர்வோர்கள் பயன்படுத்திக்கொண்டு அதனைப் பல்வேறு திசுக்களாகக் மாற்றுவதால் இரண்டாம் நிலை ஆக்கவளம் மொத்த மற்றும் நிகர ஆக்கவளங்களாகப் பிரிக்கப்படவில்லை. எனவே ஓடம் (Odum 1971) போன்ற சூழலியலாளர்கள் நுகர்வோர் அளவில் ஆக்கம் (production) என்னும் சொல்லைவிட தன்மயமாக்கல் (assimilation) என்னும் சொல்லைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இரண்டாம் நிலை ஆக்கவளமானது முதன்மை ஆக்கவளத்தைப்போல ஒரே இடத்தில் நிலைக்காமல் ஒரு உயிரியில் இருந்து இன்னொரு உயிரிக்கு மாறிக்கொண்டே இருக்கிறது.

3. நிகர ஆக்கவளம் (Net productivity):-

இது நுகர்வோரால் பயன்படுத்தப்படுத்தாத கரிமங்கள் சேமிக்கப்படும் வேகத்தைக் குறிக்கிறது. அதாவது நிகர முதன்மை ஆக்கவளத்திலிருந்து சார்ந்துண்ணும் உயிரிகள் பயன்படுத்தியவற்றை நீக்கிய பிறகு கிடைப்பது நிகர ஆக்கவளம் ஆகும்.

எனவே நுகர்வோரால் பயன்படுத்தாமல் விடப்பட்ட முதன்மை உற்பத்தியாளர்களின் உயிர்த்தொகை அதிகரித்தலின் வேகம் நிகர ஆக்கவளம் ஆகும். ஒரு நாளில் ஒரு சதுரமீட்டர் பரப்பளவில் உற்பத்திசெய்யப்படும் கார்பனின் (கிராமில்) அளவு நிகர ஆக்கவளம் ஆகும். இது கார்பனின் அளவு (கிராமில்) / சதுரமீட்டர் / ஒரு நாள் என்னும் அலகால் குறிக்கப்படுகிறது.

பல்வேறு சூழ்நிலை மண்டலங்களின் ஆக்கவளம்:- (Productivity of different systems):-

சூழ்நிலைமண்டலத்தின் வகைக்கேற்ப அதன் முதன்மை உற்பத்தி மாறுபடுகிறது. முதன்மை உற்பத்தியானது உற்பத்தியாளர்களைச் சார்ந்திருப்பதால் தன்னூட்ட உயிரிகளின் தன்மைக்கேற்ப அவற்றின் உற்பத்தி வேகமும் மாறுபடுகிறது. பெரிய மரங்கள் நெருக்கமாக அமைந்துள்ள காடுகளின் முதன்மை உற்பத்தியானது தாவர மிதவை உயிரிகளையும் சிறுசிறு தாவரங்களையும் கொண்ட குளத்தின் முதன்மை உற்பத்தியைவிட அதிகமாக இருக்க வேண்டும் என்ற அவசியமில்லை. மேலும் உற்பத்தியாளரின் உடல் அளவும் முதன்மை உற்பத்தித்திறனும் எந்த வகையிலும் தொடர்புடையவை அல்ல. ஒரு சூழ்நிலை மண்டலத்தின் உற்பத்திக் திறனை அங்குள்ள உற்பத்தியாளர்கள் சூரியக்கதிர்வீச்சை நிலைப்படுத்தும் வேகம் தான் நிர்ணயிக்குமே தவிர உற்பத்தியாளரின் உடல் அளவு அல்ல.

பல்வேறு சூழ்நிலை மண்டலங்களின் உற்பத்தித்திறனை இனிக் காணலாம்.

வெப்பமண்டலக் காடுகள் மிதவெப்ப மண்டலக்காடுகளைவிட இரண்டு மடங்கு அதிக முதன்மை உற்பத்தித் திறனுடையவை. எடுத்துக்காட்டாக வெப்பமண்டலக்காடுகளின் வருடாந்திர மொத்த உற்பத்தி 18×10^6 கிலோ கலோரிகள் ஆகும். ஆனால் மிதவெப்ப மண்டலக் காடுகளில் 10.5×10^6 கிலோ கலோரிகளும் ஊசியிலைக்காடுகளில் 4.3×10^6 கிலோ கலோரிகளும் உற்பத்தியாகின்றன. கண்டத்திட்டுகள், பவழப்பாறைகள் மற்றும் கழிமுகங்கள் போன்ற பகுதிகளைவிட நடுக்கடல் மற்றும் பாலைவனங்களில் மிகக்குறைவான உற்பத்தித்திறன் காணப்படுகிறது.

பூமியில் 75% கடலும் நிலப்பகுதியில் 28% பாலைவனங்களும் இருப்பதால் சுமார் 80% பூமிப்பரப்பானது மிகக்குறைந்த ஆக்கவளத்தைக் கொண்டுள்ளது. பூமியின் மொத்த பரப்பளவில் 25% மட்டுமே நிலப்பரப்பு இருந்தாலும் கடலின் உற்பத்தியை விட நிலப்பரப்பில் அதிக உற்பத்தி நடைபெறுகிறது. கடலின் மொத்த உற்பத்தி ஆண்டுக்கு 2.5×10^{17} கிலோ கலோரி என்றும், ஆனால் நிலத்தின் மொத்த உற்பத்தி ஆண்டுக்கு 4.9×10^{17} கிலோ கலோரிகள் என்றும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

தரைச்சூழ்நிலை மண்டலங்களில் நடைபெறும் முதன்மை உற்பத்தியில் 60%க்கும் மேல் வெப்ப மண்டலங்களில் நடைபெறுகிறது. எனினும் தரைச்சூழலில் பல்வேறு பிரிவுகளிடையே வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக,

வெப்ப மண்டலக் காடுகளின் ஆண்டு முதன்மை உற்பத்தி ஏறக்குறைய 1000–3000 கிராம் / சதுர மீட்டர் ஆகும். ஆனால் மிதவெப்பமண்டலக் காடுகளில் 600 – 2500 கிராம் / ச. மீ. அளவிலும், வடக்கு மண்டலக் (boreal forest) காடுகளில் 400 – 2000 கிராம் / ச. மீ. அளவிலும் முதன்மை உற்பத்தி நடைபெறுகிறது. வெப்பமண்டலக் காடுகளின் முதன்மை உற்பத்தி பிறகாடுகளின் முதன்மை உற்பத்தியைவிட அதிகம் என்றாலும் இந்தச் சூழ்நிலைமண்டலங்களின் முதன்மை உற்பத்தி ஆண்டுக்குச் சராசரியாக 2300 கிராம் / ச. மீ என்பதால் 1 ச.மீ. நிலப்பரப்பின் சூரியக்கதிர்வீச்சில் 0.001% மட்டுமே வேதிய ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. வேளாண்துறை நடத்திய பரிசோதனைகளில் 0.2% சூரிய ஆற்றல் மட்டுமே வேதிய ஆற்றலாக மாற்றப்படுவது நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.

உணவுச் சங்கிலிகள் (Food chains):-

உற்பத்தியாளர்களிலிருந்து உணவு ஆற்றலானது உண்ணல் மற்றும் உண்ணப்படுதல் (eating and being eaten) முறையில் உற்பத்தியாளர்களிலிருந்து தாவர உண்ணிகள், மாமிச உண்ணிகள் மற்றும் சிதைப்பவை என்று வரிசையாகப் பல உயிரிகளின் வழியாக மாற்றப்படுதல் உணவுச் சங்கிலி எனப்படும். உற்பத்தியாளர்கள் சூரிய வெப்பத்தை ஒளிச்சேர்க்கையின்போது அடினோசின் டிரை பாஸ்பேட் (ATP) என்னும் வேதிப்பொருளாக மாற்றுகின்றன. எனவே எந்த உணவுச் சங்கிலியாக இருந்தாலும் தாவரங்கள் முதல் ஊட்டமட்டத்தில் இடம் பெறுகின்றபடியால் முதன்மை உற்பத்தியாளர் (primary producers) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு தாவரங்கள் சேமித்துள்ள ஆற்றலானது இரண்டாம் ஊட்டமட்டத்தில் இருக்கும் தாவர உண்ணிகளால் முதலில் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படுகின்றன. எனவே இத்தாவர உண்ணிகள் முதன்மை நுகர்வோர் (primary consumer) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இரண்டாவதாக இவற்றை மூன்றாம் ஊட்டமட்டத்தில் உள்ள மாமிச உண்ணிகள் உண்பதால் இவை இரண்டாம் நிலை நுகர்வோர் (Secondary consumers) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவை அடுத்த ஊட்டமட்டத்தில் இருக்கும் பெரிய மாமிச உண்ணிகளால் உண்ணப்படுவதால் இவை மூன்றாம் நிலை நுகர்வோர் (tertiary consumers) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. சில உயிரிகள் உற்பத்தியாளரான தாவரங்களையும் நுகர்வோரான மாமிச உண்ணிகளையும் உண்பதால் அவை அனைத்துண்ணிகள் எனப்படுகின்றன. இவை போன்ற உயிரிகள் உணவுச் சங்கிலியின் பல ஊட்ட மட்டங்களிலும் இடம் பெறலாம். அனைத்துச் சூழ்நிலை மண்டலங்களிலும் உள்ள உயிரிகளின் இவ்வகைப்பாடானது அவற்றின் இனத்தைப் பொறுத்து

அமைவதில்லை. மாறாக உயிரிகளின் செயல்பாட்டைப் பொறுத்தே அமைகிறது. டைஃபா (Typha), தாமரை, காரா (Chara), வோல்வோக்ஸ் (Volvox), நாஸ்டாக் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை புரியும் பாக்டீரியாக்கள் போன்றவை வகைப்பட்டியல்படி வேறுபட்டாலும் இவையனைத்தும் சூரிய ஒளியைக் வேதிய ஆற்றலாக மாற்றி கரிமங்களை உற்பத்தி செய்வதால் உற்பத்தியாளர் என்னும் ஊட்டமட்டத்தைச் சேர்ந்தவையாகும். எந்த உணவுச் சங்கிலியாக இருந்தாலும் உற்பத்தியாளர்களிலிருந்து முதன்மை நுகர்வோருக்கும் (தாவரஉண்ணிகள்), முதன்மை நுகர்வோரிலிருந்து இரண்டாம் நிலை நுகர்வோருக்கும் (மாமிச உண்ணிகள்), இரண்டாம் நிலை நுகர்வோரிலிருந்து மூன்றாம் நிலை நுகர்வோருக்கும் (மாமிச உண்ணிகள் / அனைத்துண்ணிகள்) ஆற்றல் பாய்வு நடைபெறுகிறது. இந்த உண்ணல் மற்றும் உண்ணப்படுதல் என்னும் எளிமையான சங்கிலித் தொடர்ச் செயல்பாடுகள் 'உணவுச் சங்கிலி' (food chain) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இயற்கையில் இரண்டு வகை உணவுச்சங்கிலிகள் உள்ளன.

1. மேய்ச்சல் உணவுச்சங்கிலி (Grazing food chain):-

இவ்வகை உணவுச்சங்கிலி தாவரங்களில் தொடங்கி, மேயும் தாவர உண்ணிகளுக்குச் சென்று பிறகு மாமிச உண்ணிகளை அடைகின்றன. இவ்வகை உணவுச்சங்கிலிகள் சூரியக் கதிர்வீச்சை நேரடியாகக் சார்ந்துள்ளன. எனவே இச்சங்கிலியானது தன்னூட்ட உயிரிகளின் கவரும் ஆற்றலையும், அவ்வாறுக் கவரப்பட்ட ஆற்றல் தாவர உண்ணிகளுக்கு மாற்றப்படுவதையும் சார்ந்துள்ளன. இயற்கையில் காணப்படும் பல சூழ்நிலை மண்டலங்கள் இவ்வகை உணவுச் சங்கிலியையே பின்பன்றுகின்றன. தாவர மிதவை உயிரிகள் – விலங்கு மிதவை உயிரிகள் – மீன்கள் வரிசை, புற்கள் – முயல் – நரி வரிசை போன்றவை மேய்ச்சல் உணவுச் சங்கிலிக்கான எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

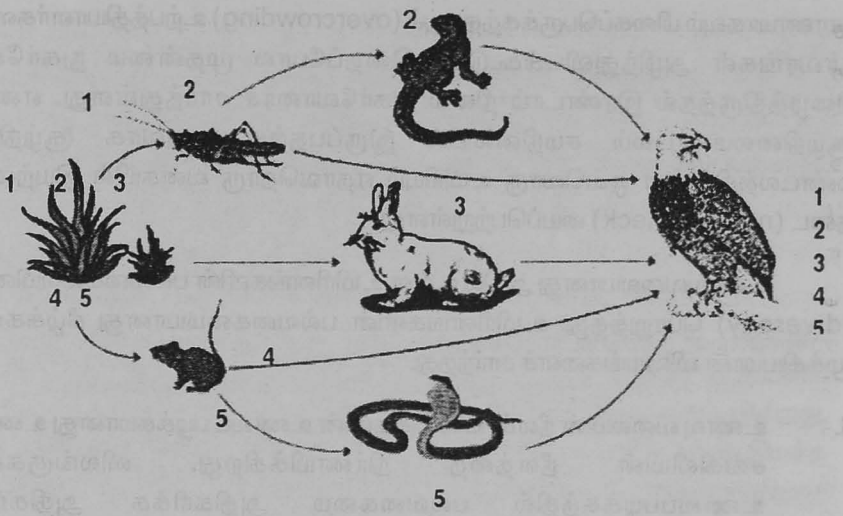
2. சிதைவு உணவுச் சங்கிலி (Detritus food chain):-

இவ்வகை உணவுச் சங்கிலி இறந்த உயிரிகளில் இருந்து நுண்ணுயிர்களை அடைந்து பிறகு மட்குண்ணியையும் (Detritivores) அவற்றை உண்ணும் விலங்குகளையும் அடைகின்றன. இவ்வகை உணவுச் சங்கிலிகள் சூரிய ஆற்றலைச் சார்ந்திருப்பதில்லை. இவை மற்றொரு மண்டலம் உற்பத்தி செய்த கரிமப்பொருட்களைச் சார்ந்துள்ளன. இவ்வகை உணவுச்சங்கிலிக்குச் சதுப்புநில இலைகளைச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாக ஹீல்டு (1969) மற்றும் W.E. ஓடம் (1970) (Heald and Odum) ஆகியோர் விவரித்துள்ளனர். தென் ஃப்ளோரிடாவில் உள்ள

கழிமுகங்களில் 'ரைஸோஃபோர் மாங்கிள் (Rhizophore mangle) என்னும் சதுப்புநிலத்தாவரத்தின் இலைகள் வெதுவெதுப்பான ஆழம் குறைந்த நீரில் விழுகின்றன. வெறும் 5% இலைகள் மட்டுமே விழுவதற்கு முன் பூச்சிகளால் உண்ணப்படுகின்றன. விழுந்த இலைகள், பூஞ்சைகள், பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் புரோட்டோசோவாக்கள் போன்றவற்றால் சிதைக்கப்படுகின்றன. இவற்றை நண்டுகள், கோப்பிபோடுகள், பூச்சிகளின் இளவுயிரிகள், மைசிடுகள், நெமட்டோடுகள், ஆம்ஃபிபோடுகள் மற்றும் கிளிஞ்சலகள் போன்றவை உண்கின்றன. இவை மட்குண்ணி நுகர்வோர் ஆகும். இவை மிகச்சில இனத்தைச் சேர்ந்தவை என்றாலும் இவற்றின் தனி உயிரிகளின் எண்ணிக்கை மிக அதிகம். எனவே இவ்விலங்குகள் தாவரக்கழிவுகளை மிக அதிக அளவில் உண்கின்றன. இவை சிறு மீன்கள் போன்ற மாமிச உண்ணிகளுக்கு உணவாகின்றன. சிறு மீன்கள் பெரிய மீன்களுக்கு உணவாகின்றன. பொருளாதார ரீதியில் மதிப்புக் குறைந்ததாகக் கருதப்படும் சதுப்புநில மரங்கள் உணவுச் சங்கிலிக்குத் தம் பங்கினை நிலையாக அளித்து அப்பகுதியின் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த மீன்வளத்தை ஆதரித்து வளர்க்கின்றன.

உணவுவலை (Food Web):-

இயற்கைச் சூழ்நிலையில் உணவுச்சங்கிலிகள் தனித்து இயங்குவதில்லை. உணவுச்சங்கிலிகள் ஒன்றோடொன்று இணைக்கபடுவதால் ஏற்படும் ஒரு வித உட்பிணைப்பு (interlocking) அமைப்பு 'உணவு வலை' என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. இயற்கைச் சூழ்நிலையில் நேர்க்கோட்டு உணவுச் சங்கிலி (linear arrangement) அமைப்புகள் அரிதாகத்தான் ஏற்படுகின்றன. ஆனால் பல ஊட்டமட்டங்களில் பல்வேறு வகையான உயிரிகள் ஒன்றொடு ஒன்று தொடர்பு கொள்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு புல்வெளியின் மேய்ச்சல் உணவுச் சங்கிலியில் முயல் இல்லையென்றால் எலிகள் புல்லைத்தின்னலாம். எலியானது நேரடியாக பாம்பு அல்லது கழுகால் உண்ணப்படலாம். எனவே, இயற்கையில் ஒவ்வொரு உயிரிக்கும் மாற்றுகள் (Alternatives) உள்ளன. அவை அனைத்தும் ஒன்றிணைந்து உணவு வலை என்னும் உட்பிணைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. இதைப்போல புல்வெளிகளின் உணவு வலைகளில் ஐந்து நேர்க்கோட்டு உணவுச்சங்கிலிகளைக் கீழ்கண்ட வரிசையில் காணலாம்.



1. புல் → வெட்டுக்கிளிகள் → பருந்து

2. புல் → வெட்டுக்கிளிகள் → ஓணான் → பருந்து

3. புல் → முயல் → பருந்து

4. புல் → எலி → பருந்து

5. புல் → எலி → பாம்பு → பருந்து.

மேலே குறிப்பிட்டவைகள் மட்டுமின்றி கழுகுகள் நரிகள் மற்றும் மனிதர்கள் போன்ற வேறுசில நுகர்வோரும் இருந்தால் உணவு வலையானது மேலே குறிப்பிட்டதைவிட மேலும் சிக்கலான அமைப்புடையதாக மாறிவிடும். எனினும் இந்த ஐந்து உணவுச் சங்கிலிகளும் பல்வேறு புள்ளிகளில் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

சுற்றுச்சூழலின் நிலைத்தன்மையைப் பராமரிக்க உணவு வலைகள் மிகவும் அவசியம். எடுத்துக்காட்டாக முயலின் உயிர்த்தொகை குறையும்போது அதற்கு மாற்றாக மற்றொரு தாவர உண்ணியான சுண்டெலியின் உயிர்த்தொகை அதிகரிக்கிறது. இதனால் முயலை உண்ண விரும்பும் மாமிச உண்ணியின் உயிர்த்தொகை குறைகிறது. மேலும் அனைத்து உயிரினங்களும் உயிர்வாழ சூழ்நிலை மண்டலங்கள் சமநிலையில் இருத்தல் அவசியம். எடுத்துக்காட்டாக முதன்மை நுகர்வோரான தாவர உண்ணிகள் இல்லையெனில் போட்டியின்

காரணமாகவும் மிகைப்பெருக்கத்தாலும் (overcrowding) உற்பத்தியாளர்களான தாவரங்கள் அழிந்துவிடக்கூடும். இதைப்போல முதன்மை நுகர்வோர் பிழைத்திருத்தல் இரண்டாம் நிலை நுகர்வோரைச் சார்ந்துள்ளது. எனவே சூழ்நிலைமண்டலம் சமநிலையில் இருப்பதற்கு ஏதுவாக சூழ்நிலை மண்டலத்திலுள்ள ஒவ்வொரு உயிரியும் ஏதாவதொரு வகையில் இயற்கைத் தடை (natural check) யைப்பெற்றுள்ளது.

உணவுவலையானது அதில் உள்ள உயிரினங்களின் பல்வகைமையினைப் (diversity) பொறுத்தது. உயிரினங்களின் பல்வகைமையானது கீழ்க்கண்ட முக்கியமான விஷயங்களைச் சார்ந்தது.

1. உணவு வலையின் நீளம். விலங்குகளின் உணவுப் பழக்கமானது உணவுச் சங்கிலியின் நீளத்தை நிர்ணயிக்கிறது. விலங்குகளின் உணவுப்பழக்கத்தில் பல்வகைமை அதிகரிக்க அதிகரிக்க உணவுச்சங்கிலியின் நீளமும் அதிகரிக்கிறது.

2. உணவுச்சங்கிலியின் நுகர்வோரில் பல்வேறு நிலைகளில் மாற்று உயிரிகள் காணப்படுதல். மாற்று உயிரிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்போது உட்பிணைப்பும் அதிகரிக்கிறது.

சூழலியற்சார் ஆற்றலாய்வியல் (Ecological energetics): -

தாவரங்களின் அனைத்து உயிரியல் செயல்பாடுகளுக்கும் தேவையான ஆற்றல் சூரியனிலிருந்து பெறப்படுகிறது. சூரிய ஆற்றலில் 50 மில்லியனில் 1 பங்கு மட்டும் பூமியை வந்தடைகிறது. பூமியை வந்தடையும் ஆற்றலில் பெரும்பாலும் புலப்பாட்டொளியும் (390 – 760 mμ visible light) அகச்சிவப்புக் (infra red) கதிர்களும் உள்ளன. தெளிவான பகற்பொழுதில் பூமியை வந்தடையும் ஆற்றலில் 10% புறஊதாக்கதிர்களும் 45% புலப்பாட்டொளியும் 45% அகச்சிவப்பு ஒளியும் உள்ளது. தாவரங்கள் நீல (400 – 500 mμ) மற்றும் சிவப்பு நிற (600–700 mμ) ஒளியை உட்கவர்கின்றன. சூழலியர்சார் ஆற்றலாய்வியலில், சூழ்நிலை மண்டலங்களை அடையும் சூரிய ஆற்றலின் அளவு, ஒளிச்சேர்க்கைக்காகப் பயன்படும் சூரிய ஆற்றலின் அளவு, உற்பத்தியாளரிடமிருந்து நுகர்வோருக்குச் செல்லும் ஆற்றலின் அளவு மற்றும் வழி ஆகியவை பற்றி அறியலாம்.

பூமியை அடையும் சூரிய ஒளியில் 34% பிரதிபலிக்கப்பட்டு மீண்டும் வளிமண்டலத்திற்கு அனுப்பப்படுகிறது. 10 சதவீதத்தை ஓஸோன் அடுக்கு, நீராவி மற்றும் பிற வளிமண்டல வாயுக்கள் எடுத்துக்கொள்கின்றன. மீதியுள்ள 56%

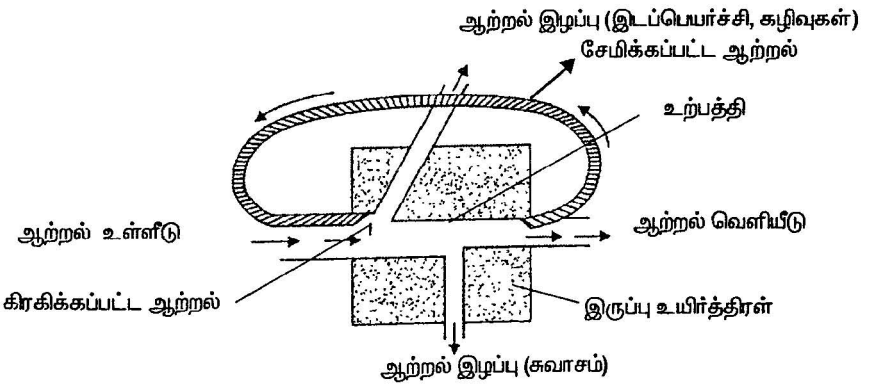
பூமியின் மேற்பரப்பை அடைகின்றன. இதில் 1 முதல் 5% வரை ஒளிச்சேர்க்கைக்காகத் தாவரங்களால் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மீதியுள்ள ஆற்றல் தரையிலுள்ள தாவரங்களாலும் நீராலும் வெப்பமாக உறிஞ்சிக் கொள்ளப்படுகிறது. ஒரு சூழ்நிலைமண்டலத்தில் உள்ள அனைத்து உயிரிகளும் இந்தச் சிறிதளவு வெப்பத்தையே சார்ந்துள்ளன.

சூழ்நிலை மண்டலத்தின் ஆற்றல் பாய்வு:-

உயிரியல் செயல்பாடுகள் நடைபெறத் தேவையான ஆற்றல் சூரியனிலிருந்து கிடைக்கிறது. ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் சூரிய ஆற்றல் வேதியியல் ஆற்றலாக மாற்றப்பட்டு தாவரங்களின் திசுக்களில் சேமித்துவைக்கப்படுகிறது. வளர்சிதைமாற்றச் செயல்பாடுகளால் சேமித்து வைக்கப்பட்ட ஆற்றலானது இயக்க ஆற்றலாகவும் (mechanical energy) வெப்ப ஆற்றலாகவும் மாற்றப்படுகிறது. உயிரியல் உலகத்தில் சூரியனிலிருந்து தாவரங்களுக்கும் தாவரங்களிலிருந்து நுண்ணுயிர்கள், விலங்குகள் மற்றும் மனிதர்கள் உள்ளிட்ட அனைத்துச் சார்ந்துண்ணிகளுக்கும் ஆற்றல் பாய்கிறது.

ஆற்றல் பாய்வு மாதிரிகள்:–

(a) பொது நிலை ஆற்றல் பாய்வு மாதிரி (Universal energy flow model):-



சூழ்நிலை மண்டலத்தின் வழியாக நடைபெறும் ஆற்றல் பாய்வினை E.P. ஓடம் (E.P. Odum) விளக்கியுள்ளார். ஆற்றல் பாய்வு நிகழும்போது ஒவ்வொரு ஊட்ட மட்டத்திலும் படிப்படியாக ஆற்றல் இழப்பு ஏற்படுவதால் அடுத்த ஊட்ட மட்டத்திற்குக் கிடைக்கும் ஆற்றலின் அளவு குறைகிறது. இது படத்தில் குறுகிய குழாய் (ஆற்றல் பாய்வு) மற்றும் சிறு பெட்டிகளாக காட்டப்பட்டுள்ளது.

பயன்படுத்தப்படாமல் வெளியேறும் ஆற்றல் இழந்த ஆற்றலாகும். இது இடப்பெயர்ச்சி, கழிவு நீக்கம் அல்லது சுவாசம் போன்றவற்றால் ஏற்படுகிறது. மீதியுள்ள ஆற்றல் உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

b) ஒற்றைக் கால்வாய் ஆற்றல் மாதிரி (Single channel Energy model):-

பூமிக்கு வருகின்ற சூரியக் கதிர்வீச்சின் மொத்த அளவு ஆண்டுக்கு 118,872 கிராம் கலோரி / ச. செ. மீ. ஆகும். இதில் 118,761 கிராம் கலோரி / ச. செ. மீ பயன்படாமல் போய்விடுகிறது. எனவே தன்னூட்ட உயிரிகளின் மொத்த உற்பத்தி ஆண்டுக்கு 111 கிராம் கலோரி / ச. செ. மீ மட்டுமே. மேலும் இந்த ஆற்றலில் 21% அல்லது ஆண்டுக்கு 23 கிராம் கலோரி / ச.செ.மீ. தன்னூட்ட உயிரிகளின் வளர்ச்சி, பராமரிப்பு மற்றும் இனப்பெருக்கம் போன்றவற்றிற்காக பயன்படுத்திக்கொள்ளப்படுகிறது. மேலும் ஆண்டுக்கு 15 கிராம் கலோரி / ச.செ.மீ. தாவர உண்ணிகளால் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படுகிறது. இது தன்னூட்ட உயிரிகளின் நிகர உற்பத்தியில் 17 சதவீதமாகும். இறந்த உயிரிகள் சிதைவடைய நிகர உற்பத்தியில் ஆண்டுக்கு 3 கிராம் கலோரி / ச.செ.மீ. (நிகர உற்பத்தியில் 3.4%) செலவழிக்கப்படுகிறது. மீதியுள்ள 70 கிராம் கலோரி / ச.செ.மீ. அல்லது 79.5% ஆற்றல் செலவழிக்கப்படாமல் படிவுகளில் தேக்கமடைகிறது. தாவர உண்ணிகள் நிலைப்படுத்திய 15 கி.கலோரிகளில் 30% அவற்றின் வளர்சிதை மாற்றச் செயல்பாடுகளுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மாமிச உண்ணிகளுக்குக் கிடைக்கும் 10.5 gcal/cm^2/yr ஆற்றலில், 3.0 gcal/ cm^2/yr மட்டுமே மாமிச உண்ணிகளுக்கு கடத்தப்படுகிறது. மாமிச உண்ணிகள் மட்டத்தில் 60% ஆற்றல் வளர்சிதை மாற்றச் செயல்பாடுகளுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சிதைவுச் செயல்பாடுகளுக்காக மிகக்குறைந்த ஆற்றல் மட்டுமே செலவழிக்கப்படுகிறது. இதிலிருந்து சுவாசித்தல் மூலமாக இழக்கும் ஆற்றல் தன்னூட்ட உயிரிகளைவிட (21%) தாவரஉண்ணிகளில் (30%) அதிகம் என்பது தெளிவு. தன்னூட்ட உயிரிகளைச் சென்றடைந்த ஆற்றல் மீண்டும் சூரியனையோ, தாவர உண்ணிகளைச் சென்றடைந்த ஆற்றல் மீண்டும் தன்னூட்ட உயிரிகளையோ அடைவதில்லை. இவ்வாறு ஆற்றலானது அடுத்தடுத்த ஊட்டமட்டத்திற்கு கடத்தப்படும் போது முந்தைய ஊட்டமட்டத்திற்கு மீண்டும் திரும்புவதில்லை. ஆற்றல் ஒரு வழிப் பாதையில் இயங்குவதால் முதன்மை ஆற்றல் வளமாகிய சூரியனின் கதிர்கள் தடுக்கப்பட்டால் மொத்த மண்டலமும் அழிந்துவிடும். இரண்டாவதாக ஒவ்வொரு ஊட்டமட்டத்திலும் ஆற்றலின் அளவு படிப்படியாகக் குறைகிறது. ஏனெனில் வளர்சிதை மாற்றச் செயல்பாடுகளின்போது ஆற்றல்

பெருமளவில் வெப்பமாக வெளியேறுவதால் ஒவ்வொரு ஊட்டமட்டத்திலும் ஆற்றல் குறைவு ஏற்படுகிறது.

தாவரங்களில் விழும் மொத்த ஒளியான 3000 கிலோ கலோரிகளில் 50% (1500 கிலோ கலோரி) மட்டும் உட்கிரகிக்கப்படுகிறது.அதில் 1% (15 கிலோ கலோரிகள்) மட்டும் முதல் ஊட்ட மட்டத்தில் மாற்றப்படுகிறது. ஆகவே நிகர முதன்மை உற்பத்தி வெறும் 15 கிலோ கலோரிகள் ஆகும். அடுத்தடுத்த நுகர்வோர் ஊட்டமட்டத்தில் இது 10% மட்டுமே. குட்டையான உணவுச் சங்கிலியில் பெறும் ஆற்றல் அதிகமாகவும், நீளமான உணவுச்சங்கிலியின் இழக்கும் ஆற்றல் அதிகமாகவும் காணப்படுகிறது.

(c) இரட்டைக் கால்வாய் அல்லது Y வடிவ ஆற்றல் பாய்வு மாதிரி:-

இயற்கையில் மேய்ச்சல் உணவுச்சங்கிலியும் சிதைவு உணவுச் சங்கிலியும் ஒரே சூழ்நிலை மண்டலத்தில் இயங்குகின்றன. எனினும் சில நேரங்களில் மேய்ச்சல் உணவுச் சங்கிலி மேம்பட்டுக் காணப்படுகிறது. இது கடல் சூழ்நிலை மண்டலத்தில் நடைபெறுகிறது. பொதுவாக நடுக்கடலில் முதன்மை உற்பத்திக் குறைவாக இருக்கும். மேலும் கடல்வாழ் தாவர உண்ணிகள் முதன்மை உற்பத்தியின் பெரும்பகுதியை பயன்படுத்திக் கொண்டு விடுவதால் சிதைவு மட்டத்திற்கு மிகக்குறைந்த அளவு மட்டுமே கிடைக்கின்றன. இதற்கு மாறாக, காடு சூழ்நிலைமண்டலத்தில் உற்பத்தி செய்யப்படும் பிரம்மாண்ட உயிர்த்திரள் முழுவதையும் தாவர உண்ணிகளால் உண்ண இயலாது. எனவே உயிர்த்திரளின் பெரும்பகுதி காய்ந்த சருகுகளாக சிதைவுமட்டத்திற்குக் கிடைக்கின்றன. எனவே சிதைவு உணவுச் சங்கிலி இங்கே முக்கியத்துவம் பெறுகிறது.

சூழலியல் திறன் (Ecological efficiencies):-

உணவுச் சங்கிலியில் உள்ள ஓர் ஊட்ட மட்டத்திற்குள் பயன்படுத்தப்பட்ட ஆற்றலின் அளவுக்கும் தன்மயமாக்கப்பட்ட ஆற்றலின் அளவுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பினைக் கொண்டு ஒரு ஊட்டமட்டத்திலிருந்து அடுத்த ஊட்டமட்டத்திற்கு கடத்தப்படும் ஆற்றலின் அளவைக் கண்டறியலாம். உட்கவரப்படும் ஆற்றலுக்கும் வெளியிடப்படும் பயனுள்ள ஆற்றலுக்கும் இடையே உள்ள விகிதமே சூழலியல் திறன் (efficiency) எனப்படும். இதனை அளக்கப் பல்வேறு முறைகள் உள்ளன. அனைத்திலும் கீழ்க்கண்ட நிலைஅளவுருக்கள் (parameter) பற்றிய புரிதல் அவசியம்.

1. உணவு உட்செலுத்தம் (Ingestion):-

இது ஒரு நுகர்வோர் எடுத்துக்கொள்ளும் உணவு அல்லது ஆற்றலின் அளவு அல்லது ஓர் உற்பத்தியாளர் உட்கவர்ந்த ஒளியின் அளவாகும்.

2. தன்மயமாதல். (Assimilation):-

இது நுகர்வோரின் உணவுப்பாதையில் உட்கிரகிக்கப்படும் உணவுப்பொருளின் அளவு, ஒரு சிதைப்பான் உட்கிரகிக்கும் செல்லின் புற வெளிப் பொருட்கள் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் தாவரங்கள் ஆற்றலை நிலைப்படுத்துதல் போன்றவையாகும்.

3. சுவாசம்:-

இது வளர்சிதை மாற்றச் செயல்பாடுகளால் இழக்கப்படும் ஆற்றலாகும்.

4. நிகர ஆக்கவளம் (Net productivity):-

சுவாசத்திற்கு பிறகு மீதியுள்ள ஆற்றல் ஆகும்.

5. உற்பத்தி:-

இது ஒரு ஊட்டமட்டத்தில் உற்பத்தி செய்யப்படும் ஆற்றல் ஆகும்.

கீழ்க்கண்ட முறைகளைப் பயன்படுத்திப் பல்வேறு சூழ்நிலை மண்டலங்களின் தன்மயமாக்கல் திறனை அளவிடலாம்.

1. உற்பத்தியாளரின் தன்மயமாக்கும் திறன்.

$$= \frac{\text{தாவரங்கள் நிலைப்படுத்திய ஆற்றல்}}{\text{ஒளியின் அளவு}}$$

2. நுகர்வோரின் தன்மயமாக்கும் திறன்.

$$= \frac{\text{உட்கிரகிக்கப்பட்ட உணவின் அளவு}}{\text{உட்கொண்ட உணவின் அளவு}}$$

3. சூழலியல் திறன்.

$$= \frac{\text{ஊட்டமட்டத்திற்கு கடத்தப்படும் ஆற்றல் } n+1}{\text{ஊட்டமட்டத்தில் எடுத்துக்கொள்ளப்படும் ஆற்றல் } n}$$

4. திசு வளர்ச்சித் திறன்.

$$= \frac{\text{நிகர உற்பத்தி}}{\text{தன்மயமாதல்}}$$

அத்தியாயம் – 2

வளமை சூழலியல்
(Resource Ecology)

வளர்ச்சிக்குத் தேவையான முக்கியமான அம்சம் ஆற்றலாகும். விவசாயம், போக்குவரத்து, தொழிற்சாலை வளர்ச்சி போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய மனித நலமே இதன் நோக்கமாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட இருப்பிடம் அல்லது கால கட்டத்தில் மனிதர்களுக்கும் சமுதாயத்திற்கும் தேவையானவற்றைத் திருப்திகரமாக அளிக்கும் வழிவகையே இயற்கைவளம் அல்லது மூலவளம் அல்லது மூலாதாரம் (resource) எனப்படும். ஆற்றல் வளங்கள் இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை 1. புதுப்பிக்கவல்ல இயற்கை வளம் (Renewable resource) 2. புதுப்பிக்கஇயலா இயற்கை வளம் (Non renewable resource).

1. புதுப்பிக்கவல்ல இயற்கை வளம்:-

பெரும்பாலும் உயிர்த்திரளை (biomass) அடிப்படையாகக் கொண்ட இவ்வளம் இயற்கையில் அபிரிமிதமாக கிடைக்கிறது. இவற்றைக் குறைந்த காலத்தில் மீண்டும் உற்பத்தி செய்து புதுப்பிக்க இயலும். இதில் காடுகள், பயிர்கள் போன்ற தாவரங்கள், விலங்குகள், சூரிய சக்தி, வளி ஆற்றல், நீர்மின்சார ஆற்றல் (hydroelectric energy), மற்றும் அலை ஓத ஆற்றல் (tidal energy), நில வெப்ப ஆற்றல் (geothermal energy) போன்றவை அடங்கும். சரியாகத் திட்டமிட்டுப் பராமரித்தால் இவை தாமாகப் பெருகித் தொடர்ச்சியாகப் பலன் அளிக்கும்.

2. புதுப்பிக்கஇயலா இயற்கை வளம் (Non renewable resource):-

தாம் உருவாதற்கு நீண்ட காலம் எடுத்துக்கொள்ளும் இவ்வளங்கள் இயற்கையில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் மட்டுமே இருக்கின்றன. இவற்றை வரையறையின்றிப் பயன்படுத்தினால் ஒருநாள் அவை தீர்ந்து போகக் கூடும். மீண்டும் அவற்றைப் புதுப்பிக்கப் பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகள் ஆகும் என்பதால் அவை புதுப்பிக்க இயலா வளங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. நிலக்கரி, கனிம எண்ணெய் (mineral oil), இயற்கை வாயுக்கள் (natural gas) போன்றவை இதில் அடங்கும். நிலக்கரி, பெட்ரோலியம் மற்றும் இயற்கை வாயுக்கள்

போன்றவை புதைவடிவ எரிபொருள் (fossil fuels) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

வழக்கமுறை மற்றும் வழக்க முறைமாற்று ஆற்றல் வளங்கள் (மரபுசார் மற்றும் மரபுசாரா ஆற்றல் வளங்கள்) (Conventional and Non conventional sources):-

ஆற்றல் வளங்களின் பெருக்கமானது உலகமெங்கும் உள்ள தொழிற்சாலை மற்றும் விவசாய வளர்ச்சியுடன் நேரடித் தொடர்புடையது. தொழிற்சாலை மற்றும் விவசாயத்துறைகளின் மிகப்பெரிய வளர்ச்சியின் காரணமாக ஆற்றல் வளங்களின் இருப்பு சரியத்தொடங்கியுள்ளது. மேலும் மரபுவழி இயற்கை வளங்களின் பயன்பாட்டின் காரணமாக சுற்றுச்சூழல் சிக்கல்களும் ஏற்பட்டுள்ளன.

I. வழக்கமுறை ஆற்றல் வளங்கள் அல்லது மரபுசார் ஆற்றல் வளங்கள்.

கிராமப்புறங்களில் பெரும்பாலான எரிபொருள் மரங்கள் (fuel wood) வீடுகளில் பயன்படுத்தப்பட்டுவிட்டதால் தொழிற்சாலைகளுக்கு மிகச்சிறிய அளவே கிடைக்கின்றன. ஏற்கனவே தொழிற்சாலைகள் பயன்படுத்தும் நிலக்கரி விலைமிக்கதாகிவிட்டது. எனவே கனிம எண்ணெய்கள் நிலக்கரிக்குப்பதிலாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஓடு நீரும் (running water) தேவையான தொழில்நுட்பமும் தயாராகக் கிடைக்கும் இடங்களில் நீர்மின்சக்தி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இரண்டாம் உலகப்போருக்குப்பின் மற்றொரு ஆற்றல் வளமான அணுக்கரு ஆற்றல் பயன்பாட்டுக்கு வந்தது. இவை அனைத்தும் வழக்கமுறை ஆற்றல் வளங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் நிலக்கரி பிரதான இடத்தைப் பெற்றுள்ளது.

II. வழக்கமுறை மாற்று ஆற்றல் வளங்கள் அல்லது மரபுசாரா ஆற்றல் வளங்கள்:

சுற்றுச்சூழல் மீது தாக்கத்தை ஏற்படுத்தாத அல்லது குறைந்த அளவு தாக்கத்தை மட்டுமே ஏற்படுத்தக்கூடிய மாற்று ஆற்றல் வளங்கள் குறித்து உலக நாடுகள் சிந்திக்கத் தொடங்கிவிட்டன. எண்ணெய் மற்றும் நிலக்கரிப் படிவுகள் ஒரு நாள் தீர்ந்துவிடப் போகிறது. மேலும் புதுப்பிக்க இயலா ஆற்றல் வளங்கள் சுற்றுச்சூழல் மாசுபாட்டை ஏற்படுத்துகின்றன. ஆற்றல் வளங்கள் நிலைத்த வளர்ச்சியடைய புதுப்பிக்க இயலா மரபுசார் வளங்களை நாம் பாதுகாப்பதோடு மட்டுமின்றி மாசு ஏற்படுத்தாத புதுப்பிக்கவல்ல வளங்களால் அவற்றை ஈடுசெய்யவும் வேண்டும். எனவே புதிய ஆற்றல் வளங்களை உருவாக்கும்

முயற்சிகள் ஏற்கனவே மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. நகர்புறக்கழிவுகள், வேளாண்மைக்கழிவுகள், ஆற்றல் நிலையங்கள், விலங்கு மற்றும் மனிதக்கழிவுகள், சூரிய சக்தி, காற்று சக்தி, அலை ஓத ஆற்றல் மற்றும் நில வெப்ப ஆற்றல் போன்றவை மரபுசாரா ஆற்றல் வளங்கள் ஆகும். இவை அனைத்தும் மாசுபடுத்தாதவை என்பதால் சுற்றுச்சூழல் சுத்தமாகப் பராமரிக்கப்படும். மேலும் ஒன்றிரண்டு வளங்களை மட்டும் எந்த நாடும் நம்பியிருக்கத் தேவையில்லை. மாறாக ஆற்றல் உயிர்த்திரள் (energy biomass), சூரிய சக்தி, நிலக்கரி, பெட்ரோலியம், இயற்கைவாயுக்கள், நீர்மின்சக்தி மற்றும் அணுக்கரு ஆற்றல் போன்ற அனைத்து வகை ஆற்றல் வளங்களையும் பயன்படுத்தலாம்.

நிலக்கரி, பெட்ரோலியம் மற்றும் இயற்கை வாயு போன்ற மரபுசார் வளங்கள் அதிகம் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. உலக ஆற்றல் உற்பத்தியில் 90% இவ்வகையே. நீர் மின்சக்தி மற்றும் அணுக்கரு ஆற்றல் உற்பத்தி வெறும் 10% மட்டுமே. 30% மக்கள் தொகை கொண்ட வளர்ந்த நாடுகள் 80% ஆற்றலைப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. மீதி 20% ஆற்றலை 70% மக்கள் தொகை கொண்ட வளரும் மற்றும் பிற நாடுகள் பயன்படுத்துகின்றன.

I. மரபுசார் ஆற்றல் வளங்கள் (Conventional sources of energy):-

இதில் நிலக்கரி, கனிம எண்ணெய் (mineral oil), இயற்கைவாயு, விறகு மற்றும் அணுக்கரு ஆற்றல் போன்றவை அடங்கும்.

அ) புதைவடிவ எரிபொருட்கள்:-

(i) நிலக்கரி:-

ஏறக்குறைய 6000 பில்லியன் டன் நிலக்கரி பூமிக்கடியில் உள்ளது. இதுவரை 200 பில்லியன் டன் நிலக்கரி பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. நிலக்கரியானது தொழிற்சாலைகளின் முக்கிய ஆற்றல் வளம் மட்டுமல்லாது கச்சாப் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. நாட்டுக்குத்தேவையான வணிக ரீதியிலான ஆற்றல் தேவையில் 60 விழுக்காட்டினை நிலக்கரியும் பழுப்பு நிலக்கரியும் நிறைவேற்றுகிறது. வளர்ந்த நாடுகள் நிலக்கரிக்குப் பதிலாக எண்ணெய் அல்லது வாயுவைப் பயன்படுத்தத் தொடங்கியுள்ளன. இந்தியாவில் ராணிகஞ்ச் (Raniganj), ஜாரியா (Jharia), கிழக்கு பொக்காரோ, மேற்கு பொக்காரோ, பாஞ்ச் – கன்ஹாம் (தவா பள்ளத்தாக்கு), சிங்க்ராலி, டால்ச்சார் (Talchar), சந்தா – வார்தா மற்றும் கோதாவரி பள்ளத்தாக்கு போன்ற நிலக்கரிச் சுரங்கங்கள் உள்ளன. பிஹார், ஓரிஸ்ஸா, மேற்கு வங்காளம், மத்தியப்பிரதேசம், ஆந்திரப்பிரதேசம் மற்றும் மஹாராஷ்ட்ரா போன்ற மாநிலங்களில்

நிலக்கரி ஆதாரவளங்கள் அதிகம் உள்ளன. பொதுவாக இந்திய நிலக்கரியின் வெப்பத்தகைத்திறம் (heat capacity) குறைவு. எனவே இந்தத் தரம் குறைந்த நிலக்கரி மின்சாரம் தயாரிக்க அதிகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இக்காரணத்தினால் தான் நமது பெரும்பாலான அனல்மின்நிலையங்கள் நிலக்கரிச் சுரங்கங்களின் அருகில் உள்ளன. பொதுவாக லிக்னைட் எனப்படும் பழுப்பு நிலக்கரி என்பது தரம் குறைந்த நிலக்கரி ஆகும். எனினும் இந்திய பழுப்பு நிலக்கரியில் சாதாரண நிலக்கரியைவிடக் குறைந்த அளவு சாம்பல் உள்ளது. தமிழ்நாட்டில் உள்ள நெய்வேலி நிலக்கரிச் சுரங்கத்தில் சுமார் 3300 மில்லியன் டன்கள் பழுப்பு நிலக்கரி உள்ளது. இது நாட்டின் பழுப்பு நிலக்கரி வளத்தில் 90% ஆகும். இது 600 மெகாவாட் அனல் மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்கிறது.

(ii) எண்ணெய் (Oil):-

படிவாக்கப்பாறைகளில் காணப்படும் 10 முதல் 20 கோடி ஆண்டுகள் பழமையான தாவர மற்றும் விலங்குகளின் எச்சங்கள் (remains) கனிம எண்ணெய்களின் ஆதாரங்கள் ஆகும். அமெரிக்கா, மெக்ஸிகோ, முந்தைய USSR மற்றும் மேற்கு ஆசியா (இராக், சவுதி அரேபியா, குவைத், ஈரான், ஐக்கிய அரபு எமிரேட்கள், கத்தார் மற்றும் பஹ்ரைன்) ஆகிய நாடுகளில் கனிம எண்ணெய் வளம் மிகுந்து காணப்படுகிறது.

இந்தியாவில் மூன்றாம் நிலைப் பாறைகளும் வண்டல் மண்ணும் அதிகம் கிடைக்கின்றன. எண்ணெய் வளம் மிக்க இப்பகுதிகள் ஒரு மில்லியன் சதுரகிலோமீட்டருக்கும் அதிகம் என்று அளவிடப்பட்டுள்ளது. இப்பகுதியில் கங்கை–பிரம்மபுத்ரா பள்ளத்தாக்கு, கடலோரப்பகுதிகள் (Coastal strips) மற்றும் அவற்றின் புறக்கடற்கரை (offshore) பகுதிகள், குஜராத் சமவெளிகள், தார் பாலைவனம் மற்றும் அந்தமான் நிக்கோபார் தீவுகளைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகள் போன்றவை அடங்கும்.

இந்தியா சுதந்திரம் அடையும் வரை அஸ்ஸாமில் மட்டுமே கனிம பெட்ரோலியம் கிடைத்து வந்தது. முதன்முதலில் வடகிழக்கு அஸ்ஸாமில் உள்ள மாக்கும் (Makum) என்னுமிடத்தில் எண்ணெய் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. சுதந்திரத்திற்குப் பிறகு குஜராத் சமவெளிகளிலும் மும்பையைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகளிலும் பெருமளவில் எண்ணெய் வளம் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. நாட்டின் மிகப்பெரிய எண்ணெய் வயல்கள் மும்பைக்கடற்கரையில் இருப்பதால் இப்பகுதி உயர்மும்பை (Bombay high) என்று அழைக்கப்படுகிறது. கடைசியாக கோதாவரி, கிருஷ்ணா, காவேரி மற்றும் மகாநதி ஆகிய ஆறுகளின் கழிமுகப்

பகுதிகளில் (delta) எண்ணெய்ப்படிவுகள் (oil deposits) இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. எண்ணெய்ச் சுரங்கங்களில் இயற்கை எரிவாயு ஆதாரவளங்களும் அமைந்திருக்கின்றன.

(iii) இயற்கை வாயு (Natural gas):-

இயற்கை வாயுக்களின் மொத்த ஆதாரவளம் 5,41,000 மில்லியன் சதுரமீட்டர்கள் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இயற்கை வாயுவானது இந்தியாவிற்கு இயற்கையின் பரிசாகும். இது ஆற்றல் வளமாகவும் (energy source) கனிமஎண்ணெய்வேதித் (petrochemical industries) துறைகளில் கச்சாப்பொருளாகவும் (raw material) பயன்படுகிறது. குறைந்த காலத்திற்குள் இயற்கைவாயுவை அடிப்படையாகக் கொண்ட மின்உற்பத்தி நிலையத்தை அமைக்கலாம். மும்பை மற்றும் குஜராத் வாயுவயல்களில் இருந்து 1730 கி.மீ. நீளமுள்ள ஹாஸிரா – பிஜய்ப்பூர் குழாய் வழி மூலம் 18 மில்லியன் கன மீட்டர் வாயு ஒவ்வொரு நாளும் மத்தியப் பிரதேசம், ராஜஸ்தான், உத்திரப்பிரதேசம் போன்ற மாநிலங்களுக்கு எடுத்துச்செல்லப்படுகிறது. இதன் மூலம் 8 உரத்தொழிற்சாலைகள், 3 மின்உற்பத்தி நிலையங்கள் பயன்பெறுகின்றன. இந்தியாவில் 12 சுத்திகரிப்பு நிலையங்கள் உள்ளன. சமையல் வாயு என்றழைக்கப்படும் 'நீர்மமாக்கப்பட்ட பெட்ரோலியம் வாயு' (Liquified petroleum gas – LPG) நாடுமுழுவதும் வீடுகளில் எரிபொருளாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நிலக்கரி, பெட்ரோலியம் எனப்படும் கனிம எண்ணெய் மற்றும் இயற்கை வாயு போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தி அனல் மின்சாரம் தயாரிக்கப்படுகிறது. இவை அனைத்தும் கனிமங்களிலிருந்து உருவானவை.

ஆ) நீர்வள ஆற்றல் (Water energy resources):-

நீர் புதுப்பிக்கவல்ல ஆற்றல் வளமாகும். மேலும் இது மரபுசார் ஆற்றல் வளங்களில் முக்கியமான ஒன்றாகும். நீரானது உயரமான மலைச்சரிவுகளிலிருந்து விழும்போது ஆற்றல் உருவாகிறது. நீர் மின்சாரம் சுத்தமான, மாசு ஏற்படுத்தாத ஆற்றல் வளமாகும். இந்தியாவில் நீர்மின் உற்பத்தி முதலாம் ஐந்தாண்டு திட்டத்தின்போது வலியுறுத்தப்பட்டது. பின்னர் பல ஆற்றுப்பள்ளத்தாக்குத் திட்டங்கள் ஏற்படுத்தப்பட்டன. அவற்றில் பக்ராநங்கல், பொக்காரோ, பாஞ்செட் மற்றும் ஹிராகுட், ரிஹான்ட், நாகார்ஜுனசாகர், கோசி மற்றும் கோயானா ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. மேலும் உத்திரப்பிரதேசத்தில் உள்ள பாகீரதி ஆற்றின் தெஹ்ரி

அணை குஜராத்தில் உள்ள சர்தார் சரோவர் மற்றும் நர்மதா பள்ளத்தாக்குத் திட்டம் (Narmada Valley project) போன்றவை வளர்ந்துவரும் திட்டங்களாகும்.

இ) அணுக்கரு ஆற்றல் (Nuclear power):-

புதைவடிவ எரிபொருட்கள் வேகமாக குறைந்து வரும் நிலையில் அணுக்கரு ஆற்றல் முக்கியமான ஆதாரமாகும். சிறிதளவு கதிரியக்கப் பொருள் ஏராளமான ஆற்றலை அளிக்கும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு டன் யுரேனியம்–235 மூன்று மில்லியன் டன் நிலக்கரி தரும் ஆற்றலையும் (அ) பனிரண்டு மில்லியன் பீப்பாய்கள் (barrel) கனிம எண்ணெய் தரும் ஆற்றலையும் அளிக்கும். மின்சாரம் தவிர கடற்கலங்களுக்கு (marine vessel) எரிபொருளாகவும் வேதியியல் மற்றும் உணவுபதப்படுத்தும் நிலையங்கள், விண்வெளிக்கலங்கள் போன்றவற்றிலும் அணுக்கரு ஆற்றல் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அணுக்கருவிலிருந்து அணுசக்தி பெற அணுக்கருவுலை (nuclear reactors) தேவை. பல வகை அணுக்கருவுலைகள் உள்ளன.

1) மெந்நீர் அணுக்கருவுலை (Light water reactor – LWR):-

இதில் குளிர்விப்பானாகவும் (coolant) வெப்பம் தணிக்கவும் சாதாரண நீர் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

2) கனநீர் அணுக்கருவுலை (Heavy water reactor – HWR)

இதில் கனநீர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எ.கா. கனடியன் டியூட்டீரியம் – யுரேனியம் (CANDU) அணுக்கருவுலை.

3) நீர்ம உலோக வேக ஈனுலைகள் (Liquid metal fast breeder reactor –LMFBR)

இதில் குளிவிப்பானாக திரவ சோடியம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

உலகம் முழுவதும் 300 அணுமின் நிலையங்கள் உள்ளன. இதில் அமெரிக்கா, USSR, UK, பிரான்ஸ், ஜப்பான், ஜெர்மனி மற்றும் கனடா ஆகிய நாடுகள் முக்கியமானவையாகும். இந்தியா அணுக்கரு ஆற்றலை மருத்துவம், வேளாண்மை மற்றும் விண்வெளி ஆராய்ச்சி போன்ற அமைதி வழிகளுக்குப் பயன்படுத்துவதில் முதலிடம் வகிக்கிறது. மேலும் இந்தியாவில் சில கதிரியக்கத் தனிமங்கள் அதிகம் கிடைக்கின்றன. பீஹார் மற்றும் ராஜஸ்தானின் சில பகுதிகளில் தோரியம் அதிகம் கிடைக்கின்றன. கேரளக் கடற்கரை மணலில் இருந்து தோரியம்

பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. இந்திய அணுசக்திக் கழகம் (nuclear power corporation) பல அணுசக்தி நிலையங்களை உருவாக்கும் பணியில் ஈடுபட்டுள்ளது. அணுக்கரு எரிபொருள் சுழற்சியில் (Nuclear fuel cycle) இந்தியா ஏழாவது இடத்தில் உள்ளது. தற்போது தாரப்பூர் (மஹாராஷ்ட்ரா), கோட்டா (ராஜஸ்தான்), மற்றும் கல்பாக்கம் (தமிழ்நாடு), போன்ற இடங்களில் அணுமின்நிலையங்கள் உள்ளன.

II. மரபு சாரா அல்லது வழக்கமுறை மாற்று ஆற்றல் வளங்கள்:-

1970களில் ஏற்பட்ட ஆற்றல் நெருக்கடி (energy crisis) யானது புதுப்பிக்கவல்ல மற்றும் மாசு ஏற்படுத்தாத மாற்று ஆற்றல் வளங்களை உருவாக்க வேண்டிய நிர்ப்பந்தத்தை ஏற்படுத்தியது. மரபுசார் ஆற்றல் வளங்கள் வேகமாக குறைந்து கொண்டு வருவதால் உலகநாடுகள் அனைத்தும் மரபுசாரா ஆற்றல் வளங்களான சூரியசக்தி, காற்றுசக்தி, அலைஓத ஆற்றல், நில வெப்பம், உயிர்த்திரள் மற்றும் பண்ணைக்கழிவுகள் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தவேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டது.

அ) சூரிய ஆற்றல்:-

வீட்டிற்குத் தேவையான வெப்ப ஆற்றல் மற்றும் மின்சக்தி போன்றவற்றை சூரிய ஆற்றல் மூலம் பெற்றுக்கொள்ளலாம். இந்தியாவில் சூரியன் பிரகாசிக்கும் நாட்கள் அதிகம் என்பதால் இம்முறை இந்தியாவுக்கு மிகவும் பலனளிக்கக்கூடியது. ஆண்டுக்கு 250 முதல் 300 நாட்கள் வரை சூரியன் பிரகாசிக்கும் நாட்களை இந்தியா பெற்றுள்ளது. இதன் மூலம் ஆண்டுக்கு 1648 – 2108 kwh / m^2 ஆற்றல் கிடைக்கிறது. ஒவ்வொரு நாளும் 5 முதல் 7 kwh / m^2 சூரிய சக்தி கிடைக்கிறது. இந்த ஏராளமான சூரியசக்தியானது ஒளி மின்னழுத்த நிலைமாற்ற வழித்தடம் (photovoltaic conversion route) அல்லது வெப்ப வழித்தடம் மூலம் பிற ஆற்றல் வகைகளாக மாற்றப்படுகிறது. சூரிய வெப்ப வழித்தடம் மூலம் வெப்ப சக்தியானது இயக்க சக்தி (mechanical) யாகவும், மின் (electrical) சக்தியாகவும் வெப்ப சக்தியாகவும் மாற்றப்படுகிறது. சூரிய அடுப்பு, நீர் சூடேற்றும் கருவி, சூரிய உலர்த்திகள் (solar drier) போன்ற பல கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. லடாக் போன்ற குளிர் பிரதேசங்களில் பயன்படுத்தத்தக்கவாறு சூரிய அடுப்புகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. அன்டார்டிக்காவின் லேஹ் மற்றும் லடாக் பனிப் பிரதேசங்களில் சூரிய சக்தி மற்றும் காற்று சக்தி மூலம் செயல்படக்கூடிய தொழில்நுட்பங்களை IIT உருவாக்கியுள்ளது.

ஒளி மின்னழுத்த அமைப்பானது சிலிக்கான் சூரியக்கலங்கள் (silicon solar cells) மூலம் சூரிய ஒளிக்கதிர்களை நேரடியாக மின்சக்தியாக மாற்றுகிறது. இக்கலங்கள் ஒற்றைப்படிக சிலிக்கான் கலங்களாகவோ (single crystal silicon cell) பல படிகக் கலங்களாகவோ (polycrystalline cells) அல்லது வடிவற்ற சூரியக்கலங்களாகவோ (Amorphic solar cells) இருக்கலாம். இவற்றை கிராமப்புறங்களின் தெருவிளக்குகளாகவும், வானொலி மற்றும் தொலைக்காட்சி, கலங்கரை விளக்கங்கள், கடற்கரை நடைமேடைகள் மற்றும் மின்சார வசதியில்லா உட்புறகுக்கிராமங்கள் போன்ற இடங்களில் பயன்படுத்தலாம். குடிநீருக்காகவும் நுண்பாசனத்திற்காக நீரிறைக்கவும் இவை பெரிதும் பயன்படுகின்றன. டீசல் கருவிகளுக்கு மாற்றாகவும் இவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். ஒளி மின்னழுத்த அமைப்பானது ஒலி மாசு ஏற்படுத்தாத, வேதிப்பொருளின் பயன்பாடில்லாத அமைப்பாகும். இவற்றைக் காடுகள் மற்றும் பாலைவனங்கள் போன்ற பகுதிகளிலும் பயன்படுத்தலாம். தேசிய சூரிய மின்னழுத்த ஆற்றல் விளக்கத் திட்டத்தின் (National solar photovoltaics Energy demonstration programme) கீழ் மரபுசாரா ஆற்றல் வளத்துறை (Department of Non convertional energy sources – DNES) 1 mw மின்சக்தியை உற்பத்தி செய்யக்கூடிய பல சூரிய ஒளி மின்னழுத்தக கருவிகளை நிறுவியுள்ளது. இக்கருவிகள் நீரிறைக்கவும் கிராமப்புறங்களுக்கு மின்சார வசதி அளிக்கவும், தொலைக்காட்சிப் பெட்டிகளை இயக்கவும் பயன்படுகின்றன.

ஆ) காற்று சக்தி:-

இந்தியாவில் அதிகமாக காற்று வீசும் பகுதிகள் பல உள்ளன. தென்னிந்தியாவின் பல பகுதிகளிலும் குஜராத் கடற்கரைகளிலும், மேற்கு தொடர்ச்சி மலையிலும், மத்திய இந்தியாவில் சில பகுதிகளிலும் காற்றின் ஆற்றல் அதிகம் காணப்படுகிறது. குளிர்காலங்களில் ஒரு நாளில் 10 KW/m^2 அளவுக்கு காற்றின் வேகம் அதிகரிக்கிறது. ஒரு ஆண்டில் 5–7 மாதங்கள் வரை ஒரு நாளுக்கு 4 KW/m^2 க்கும் அதிகவேகத்தில் காற்று வீசுகிறது.

காற்றுசக்தியை இயக்க ஆற்றலாகவும் (mechanical energy), மின்னாற்றலாகவும் மாற்ற முடியும். கிராமப்புறங்களில் காற்றுசக்தியானது நீரிறைத்தல் போன்ற பணிகளுக்கும் மின்சக்தி பெற இயலாத உட்புறகிராமங்களுக்கு மின்சக்தி அளிக்கவும் பயன்படுகிறது. இந்தியாவில் 20000 mw மின்சக்தியைக் காற்றிலிருந்து பெறலாம். மான்ட்வியில் 3.3 mw அளவும் கட்ச் பகுதியில் 1.1 mw அளவும், ஒக்காவில் 550 KW அளவும் மஹாராஷ்டிராவில் உள்ள

தியோகர் (Deogarh) தமிழ்நாட்டில் உள்ள தூத்துக்குடி மற்றும் ஓரிஸ்ஸாவில் உள்ள பூரி ஆசிய பகுதிகளில் தலா 550 கி.வா. அளவும் காற்று சக்தி உள்ளது.

காற்று சக்தியானது புதைவடிவ எரி பொருட்களை சேமிக்க பயன்படுவது மட்டுமின்றி மாசு மற்றும் சுற்றுச்சூழல் சீர்கேடு ஏற்படுத்தாமல் ஆற்றலையும் அளிக்கிறது. DNES காற்றின் மூலம் இயங்கும் காற்று பம்புகளை நாடுமுழுவதும் நிறுவியுள்ளது.

இ) அலையோத ஆற்றல் (Tidal energy):-

கடல் மட்டமானது அலை ஓதத்தினால் உயர்ந்து தாழ்வதன் காரணமாக அலை ஓத ஆற்றல் எற்படுகிறது. ரஷ்யா மற்றும் சீனா போன்ற நாடுகளில் சிறு அலை ஓத ஆற்றல் நிலையங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அலை ஓத ஆற்றலின் முக்கிய பயன் மின் உற்பத்தியாகும். இந்தியாவில் அலையோத ஆற்றல் வளங்கள் கட்ச் வளைகுடா, காம்பே (Cambay) மற்றும் சுந்தர்பன்ஸ் போன்ற பகுதிகளில் அதிகம் உள்ளன. மேலும் லட்சத்தீவுகள் மற்றும் அந்தமான் நிக்கோபார் தீவுகள் போன்ற பகுதிகளும் அலையோத ஆற்றல் உற்பத்திக்கு ஏற்றவையே. இவ்விரண்டு இடங்களிலும் 20° C க்கும் குறைந்த வெப்பநிலைகொண்ட குளிர்ந்த நீரடுக்குகள் 1000 மீட்டர் ஆழத்தில் உள்ளன. இந்தியாவில் 9000 mw அலை ஓத ஆற்றல் வளங்கள் உள்ளதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இதில் 800 – 100 mw கட்ச் வளைகுடாவிலும், 7000 – 8000 mw காம்பே வளைகுடாவிலும் மீதி சுந்தர்பன்ஸிலிருந்தும் பெறலாம் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

ஈ) பேராழி வெப்ப ஆற்றல் நிலைமாற்றம் (Ocean thermal energy conversion – OTEC):-

வெப்ப மண்டலக் கடல் நீரில் 800 மீ முதல் 1000 மீ ஆழத்தில் நிலவும் ஆழ்கடல்நீரின் குறைந்த வெப்பநிலைக்கும் (5–7°C) வெதுவெதுப்பான மேற்பரப்பு நீரின் வெப்பநிலைக்கும் (28–30°C) இடையே உள்ள வேறுபாட்டைப் பயன்படுத்தி ஆற்றலை உருவாக்கலாம். மிதக்கும் பேராழி வெப்பஆற்றல் நிலைமாற்ற நிலையம் நடுக்கடலிலும் ஆற்றலை உற்பத்தி செய்யக்கூடியது. இது உற்பத்தி செய்யும் மின்சாரம் கடற்சுரங்கப்பணிகளுக்குப் பயன்படு கிறது.

உ) காற்றலை ஆற்றல் (Wind wave energy):-

கடற்பரப்பின்மேல் காற்றின் விசையால் ஏற்படும் ஓயாத அலைகளும் ஆற்றல் வளமேயாகும். சூரியனின் ஆற்றலில் 1.5% காற்று சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது.

இதன் ஒரு பகுதி கடற்பரப்பிற்கு மாற்றப்படுவதால் அலைகள் உருவாகின்றன. அலைகள் கரையை நோக்கிச் சென்று கரையில் மோதி உடையும் போது ஆற்றல் சிதறி வீணாகிறது. காற்றிலிருந்து பெறும் ஆற்றலைவிட அலைகளில் இருந்து நேரடியாகப் பெறும் ஆற்றல் அதிகத் திறனுடையது. ஏனென்றால் காற்றுக்கும் கடல் பரப்புக்கும் இடையே ஏற்படும் செயல்பாடுகளால் அலை ஆற்றல் அதிகத்திறனுடன் வெளிப்படுகிறது. இந்தியாவின் கடற்கரை நீளம் சுமாராக 6000 கி.மீ. ஆகும். இதிலிருந்து கிடைக்கும் ஆற்றல் வளம் சுமார் 60000 mw ஆகும். நீண்ட தடையரண் (barrier) வடிவில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் அலை சீரியக்கி அமைப்பின் (wave regulator system) மூலம் கீழ்க்கண்ட பயன்களைப் பெறலாம். 1. தடையரணுக்கும் கரைக்குமிடையே உள்ள அமைதியான நீர்நிலையைத் துறைமுகமாகவும். 2. மீன் வளர்ப்பு பிரதேசமாகவும் 3. இலகு ரக மற்றும் வேகமாகக் செல்லக்கூடிய படகு போக்குவரத்துக்கும் 4. கடல் அரிப்பைத் தடுக்கவும் அலை சீரியக்கி அமைப்பினைப் பயன்படுத்தலாம். இதனை கரையிலிருந்து 500 மீ தூரத்தில் 10 மீ ஆழத்தில் ஏற்படுத்தலாம். இது போன்ற பகுதிகள் இந்தியக் கடற்கரைகளில் அதிகம் உள்ளன.

ஊ) நிலவெப்ப ஆற்றல் (Geothermal energy):-

பூமியின் உட்புறத்திலுள்ள வெப்பத்தினை ஆற்றல் உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தலாம். இது வெந்நீரூற்றுகள் அடங்கிய பகுதிகளிலும் எரிமலைப் பகுதிகளிலும் சாத்தியமாகும். இந்த ஆற்றலிருந்து கிடைக்கும் மின்சாரத்தைக் குளிர்பதனிடுதலுக்குப் பயன்படுத்தலாம். ஹிமாச்சலப் பிரதேசத்திலுள்ள மணிக்கரண் என்னும் இடத்தில் 5 mw சக்தியுயை குளிர்பதன நிலையம் செயல்படுகிறது. தற்போது இந்தியாவில் 350 நிலவெப்பஊற்றுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

எ) உயிர்த்திரளை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஆற்றல் (Biomass based energy):-

ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் உருவாகும் அனைத்தும் உயிர்த்திரள் என்னும் பொதுச்சொல்லால் அழைக்கப்படுகிறது. உயிர்த்திரளில் தாவரங்கள் அவற்றின் எஞ்சிய பகுதிகள் மற்றும் கழிவுகள், மூலிகைச் செடிகள், நன்னீர் மற்றும் கடல் நீர் பாசிகள், நீர்த்தாவரங்கள், வேளாண் கழிவுகள், வனக்கழிவுகள், சர்க்கரை ஆலை, இறைச்சிச் கூடங்கள், மது தயாரிக்கும் நிறுவனங்கள் போன்றவை அடங்கும். உயிர்த்திரள் ஆற்றல் அமைப்புகள் புதுப்பிக்கவல்ல ஆற்றல் வகையைச் சேர்ந்தவை. இவை மண் மற்றும் நீர் ஆகியவற்றைப் பாதுகாப்பது மட்டுமின்றி பாலைவனமாதலையும் தடுக்கிறது.

1. கனிம எண்ணெய்த் தாவரங்கள் (Petroplants):-

திரவ ஹைடிரோகார்பன்களை உற்பத்தி செய்யும் தாவரங்களைக் கண்டறியும் முயற்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன. இத்தாவரங்களில் உள்ள ஹைடிரோகார்பன்களை பெட்ரோலியம் ஹைடிரோகார்பன்களாக மாற்ற முடியும். யூஃபோர்பியேசியே (Euphorbiacea), ஏஸ்ஸெல்பியேடேசியே (Asclepiadaceaa) அபோசையனேசியே (Apocyanaceae), யூட்ரிகேசியே (Utricaceae), கான்வோல்வுலேசியே (convolvulaceaa), சப்போட்டேசியே (Sapotaceae) ஆகிய குடும்பத்தைச் சேர்ந்த 385 சிற்றினங்களில் ஹைடிரோகார்பன் உள்ளனவா என்று ஆய்வு செய்து 15 சிற்றினங்களில் அவை இருப்பதாக உறுதி செய்யப்பட்டுள்ளது. இச்சிற்றினங்களின் உயிர்த்திரளை அதிகரிக்க வேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டுள்ளது. டேராடூனில் உள்ள இந்திய பெட்ரோலியக் கழகம் (Indian Institute of Petroleum) கனிம எண்ணெய்த் தாவரங்களில் இருந்து எடுக்கப்பட்ட கச்சாப் பொருட்களை (crude products) நீரப்பிளத்தலுக்கு (hydrocracking) உட்படுத்திப் பல ஆராய்ச்சிகளை நடத்தியுள்ளது. கனிம எண்ணெய்த்தாவரங்களில் இருந்து வாயுக்கள், நாப்தா, மண்ணெண்ணெய், வாயு எண்ணெய் (gas oil) மற்றும் கரி போன்றவை கிடைக்கின்றன.

2. உயிரிய வாயு (Biogas):-

இந்தியாவில் கோபார்வாயு (gobar gas) உருவாக்கம் வெற்றிகரமாக செயல்படுத்தப்பட்டுள்ளது. தற்போதைய ஆற்றல் நெருக்கடிக்கு உயிரிய வாயு முக்கியமான தீர்வாக அமையும். இதன் தொழில் நுட்பம் சுற்றுச்சூழல் மாசு ஏற்படுத்தாது. ஒவ்வொரு ஆண்டும் விலங்குகளின் சாணத்திலிருந்து 22425 மில்லியன் கனமீட்டர் எரிவாயுவை உற்பத்தி செய்யலாம். கிராமப்புறங்களில் விளக்குக்காகவும் சமையல் செய்யவும் மண்ணெண்ணெய்க்குப் பதிலாக இதனைப் பயன்படுத்தலாம். இதைத்தவிர மீதமுள்ள சாணக்கூழ்மத்திலிருந்து 1.4 மில்லியன் டன் நைட்ரஜன், 1.3 மில்லியன் டன் பாஸ்பேட் மற்றும் 0.9 மில்லியன் டன் பொட்டாஷ் போன்ற வேதிய உரங்களுக்கு பதிலாகப் பயன்படுத்தக்கூடிய கரிம உரங்களைத் தயார் செய்யலாம். சாண எரிவாயுவைப் பயன்படுத்துவதால் விறகுக்காக மரங்கள் வெட்டப்படுவதைத் தடுக்காலாம்.

3. மர அனல் ஆற்றல் (Dendrothermal energy) அல்லது ஆற்றல் பண்ணைகள் (Energy plantations):-

பயன்படா நிலங்களில் (waste land) கலோரி அளவு அதிகம் கொண்ட புதர்ச்செடிகள், மரங்கள் போன்றவற்றை வளர்க்கலாம். இவை விறகு, கரி, தீவனம்

மற்றும் ஆற்றல் போன்றவற்றைத் தருவதால் கிராமப்புற வேலைவாய்ப்புக்குப் பயன்படும்.

4. நகர்ப்புறக் கழிவுகளில் இருந்து ஆற்றல் உற்பத்தி:-

நகர்ப்புற கழிவுகளில் உள்ள திடப்பொருட்களில் இருந்து ஆற்றல் உருவாக்கலாம். இம்முறை டெல்லியில் வெற்றிகரமாக செயல்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் மூலம் ஒவ்வொரு ஆண்டும் 4 mw ஆற்றல் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. மேலும் எரிவாயு மின்சாரம் போன்றவற்றையும் கழிவுப்பொருட்களில் இருந்து தயாரிக்கலாம்.

5. கரும்புச்சக்கை (Bagasse):-

சர்க்கரை ஆலைகளில் உருவாகும் சக்கைகளில் இருந்து மின்சாரம் தயாரிக்கலாம். இந்தியாவில் உள்ள சர்க்கரை ஆலைகளில் இருந்து 2000 mw மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யலாம். ஒவ்வொரு சர்க்கரை ஆலையும் உற்பத்தி செய்யும் மின்சாரத்தில் 40% ஆலையின் தேவைகளுக்கும் மீதி 60% பாசனத்திற்கும் பயன்படுத்தலாம். கரும்புச்சக்கை போல நெல் உமியில் இருந்தும் மின்சாரம் தயாரிக்கலாம்.

அத்தியாயம் – 3

உயிர்த்தொகை சூழலியல் (Population Ecology)

உயிர்த்தொகை

ஓர் இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகள் ஒரே தொகுதியாக வாழ்தல் உயிர்த்தொகை (population) எனப்படும். லத்தீனில் populus என்னும் சொல்லுக்கு மக்கள் (people) என்று பொருள். எனவே உயிர்த்தொகை என்பது கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

"ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளின் மொத்தக் கூடுகை (total assemblage) அல்லது மொத்தமாக கூடியிருத்தல் உயிர்த்தொகை" எனப்படும். "ஒரு இனத்தைச் சேர்ந்த தனி உயிரிகளின் (individuals) சூழ்நிலை பற்றி ஆராய்தல் 'உயிர்த்தொகைச் சூழலியல்' (population ecology) எனப்படும். அதாவது உயிரிகளின் எண்ணிக்கை, அவற்றின் எண்ணிக்கைப் பெருக்கம் மற்றும் பரவலுக்கான காரணங்கள் போன்றவற்றைப் பற்றி அறிதல் உயிர்த்தொகை சூழலியல் ஆகும்.

உயிர்த்தொகை அடர்த்தி (Population density):-

ஒரு குறிப்பிட்ட கால வரம்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட பரப்பளவில் உள்ள உயிரிகளின் அளவு உயிர்த்தொகை அடர்த்தி அல்லது உயிர்த்தொகைச் செறிவு என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு உயிர்த்தொகையில் உள்ள **உயிரிகளின் எண்ணிக்கை** அவற்றின் **எண்ணிக்கை அடர்த்தி** (numerical density) (ஒரு அலகுப் பரப்பில் உள்ள உயிரிகளின் எண்ணிக்கை), உயிர்த்திரளின் அடர்த்தி (Biomass density) (ஒரு அலகுப்பரப்பில் உள்ள உயிர்த்திரளின் எண்ணிக்கை) போன்றவற்றைக்கொண்டு ஒரு உயிர்த்தொகையின் அளவைக் கணக்கிடலாம். ஒரு இனத்தின் உயிர்தொகை அடர்த்தியை அவற்றின் வாழிடத்தின் மொத்தப் பரப்பைக் கொண்டோ (crude density) அல்லது அச்சிற்றினம் வாழும் வாழிடத்தின் பயன்பாட்டில் உள்ள (Actual) பரப்பளவைக் கொண்டோ (ecological density) குறிக்கலாம். ஒரு இயற்கை வாழிடத்தில் உள்ள உயிரிகளின் மொத்த எண்ணிக்கை உயிர்த்தொகை அடர்த்தியை கீழ்க்கண்ட சூத்திரத்தின் மூலம் கணக்கிடலாம்.

$$D = \frac{n/a}{t}$$

இதில் D என்பது உயிர்த்தொகை அடர்த்தியாகும்.

n என்பது தனிஉயிரிகளின் எண்ணிக்கையாகும். a என்பது பரப்பு மற்றும் t என்பது நேர அலகு ஆகும்.

உயிரிகளின் அடர்த்தியானது அவை வாழும் பரப்பிற்கு ஏற்ப மாறுபடுகின்றன. பருவநிலை, தட்பவெப்பம், உணவு மற்றும் பல காரணிகளால் உயிரிகளின் அடர்த்தி மாறுபாடுகின்றது. எனினும் ஒரு பரப்பில் வாழக்கூடிய உயிரிகளின் அளவு மற்றும் ஊட்டமட்டம் போன்றவற்றின் அடிப்படையில் அவ்வுயிரிகளின் அடர்த்திக்கு உச்ச அளவு உண்டு. ஒரு அலகு பரப்பில் (unit area) வாழும் சிறிய உயிரிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாகவும் பெரிய உயிரிகளின் எண்ணிக்கை குறைவாகவும் காணப்படும். எடுத்துக்கொட்டாக 100 ஏக்கர் பரப்பளவு கொண்ட காட்டில் கானக எலிகளின் எண்ணிக்கை மான்களின் எண்ணிக்கையை விட அதிகமாக காணப்படும். காடுகளில் 5 முதல் 8 செ. மீ dbh (விட்டம் அகலம் உயரம்) உடைய மரங்களின் எண்ணிக்கை 30 முதல் 35 செ. மீ. dbh உடைய மரங்களின் எண்ணிக்கையை விட அதிகமாக இருக்கும். உயிரிகளின் உடல் அளவு பெரியதாக இருந்தால் அல்லது ஊட்டமட்ட அளவில் (trophic level) உயரத்தில் இருந்தால் அவற்றின் எண்ணிக்கை அடர்த்தி (numerical density) குறைவாக இருக்கும். மேலும் ஒரு உயிர்த்தொகையானது ஒரு குறிப்பிட்ட கால வரம்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் நீடித்திருப்பது அவ்வினத்தின பிறப்பு விகிதம், இறப்பு விகிதம், குடியேற்ற விகிதம் (immigration rate), குடிப்பெயர்ச்சி விகிதம் (emigration rate) போன்ற காரணிகளைச் சார்ந்துள்ளது.

உயிர்த்தொகையின் பிறப்பு விகிதம் (Nationality of Population):

பிறப்பின் காரணமாக ஒரு உயிர்த்தொகையின் எண்ணிக்கை உயருகிறது. பிறத்தல் (birth), பொரித்தல் (hatching), முளைத்தல் (germination), மற்றும் பிளவு (fission) ஆகிய முறைகளின் மூலம் ஓர் உயிர்த்தொகையில் புதிய உயிரிகள் உற்பத்தியாதல் பிறப்பு விகிதம் எனப்படும். பிறப்பு விகிதம் பற்றிக் குறிப்பிடும் போது கருவுறும் திறன் (fertility) மற்றும் இனப்பெருக்க வளத்திறன் (Fecundity) ஆகிய இரண்டையும் வேறுபடுத்தி அறியவேண்டும். கருவுறும்திறன் என்பது ஒரு உயிர்த்தொகையில் பிறக்கும் உயிரிகளின் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையிலான செயல்திறன் ஆகும். ஆனால் இனப்பெருக்க வளத்திறன் என்பது ஒரு

உயிர்த்தொகையின் உடல் சார்திறனின் வளமை அளவு (physical capacity) ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக மனித மக்கள் தொகையில் பெண்களின் குழந்தை பெறும் வயது வரை கருவுறுதல் திறன் ஒரு பெண்ணுக்கு 8 ஆண்டுகளுக்கு ஒரு குழந்தை என்பதாகும். ஆனால் இனப்பெருக்கவளம் என்பது குழந்தை பெறும் வயது வரை ஒரு பெண்ணுக்கு 9 – 11 மாதங்களில் ஒரு குழந்தை என்பதாகும்.

வரையறை :-

ஒரு அலகு நேரத்தில் ஒரு பெண் உயிரிக்குப் பிறக்கும் சேய் உயிரிகளின் எண்ணிக்கை பிறப்பு விகிதம் எனப்படும். பிறப்பு விகிதத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம்.

$$\text{பிறப்பு விகிதம்} = \frac{\text{ஒரு அலகு நேரத்தில் பிறக்கும் உயிரிகளின் எண்ணிக்கை}}{\text{உயிர்த்தொகையின் சராசரி}}$$

$$b = \frac{dNn}{Ndt}$$

இதில் b = ஒரு அலகு நேரத்தின் பிறப்பு விகிதம், d = மாறும் தன்மையுடையது. Nn = புதிய உயிரிகளின் எண்ணிக்கை N= உயிரித்தொகையின் தொடக்க எண்ணிக்கை, t = நேரம்.

உயிர்தொகை அடர்த்தி மிகக்குறைவாக இருந்தால் பிறப்பு விகிதமும் குறைவாக இருக்கும். ஏனெனில் உயிர்த்தொகை அடர்த்தி குறைவாக இருக்கும்போது ஆண் பெண் உயிரிகள் ஒருவரையொருவர் சந்திக்கும் வாய்ப்பு குறைவாக இருக்கும் என்பதால் பிறப்பு விகிதமும் குறைவாக இருக்கும். இதைப்போல உயிர்த்தொகை அடர்த்தியானது வழக்கத்திற்கு மாறாக அதிகமாக இருந்தாலும் பற்றாக்குறை உணவூட்டம், உடற்செயலியல் குறைபாடுகள் மற்றும் கும்பல் தொடர்பான உளஞ்சார் தடைகள் போன்றகாரணங்களால் பிறப்பு விகிதம் குறைவாக இருக்கும். உகந்த உயிர்த்தொகை அடர்த்தியில் பிறப்புவிகிதம் உச்சத்தில் இருக்கும். இந்த உச்சத்தை அடைய உயிரியின் சுற்றுச்சூழல் மற்றும் மரபியல் நிலைகள் சரியான உகந்த அளவில் இருத்தல் வேண்டும்.

இனப்பெருக்கத்திறன் (Fecundity):-

உயிரிகள் தாம் உருவாக்கும் தலைமுறைகளின் எண்ணிக்கை, ஒவ்வொரு ஆண்டும் அவை உற்பத்தி செய்யும் இனப்பெருக்க நிலை உயிரிகள் (brood) மற்றும்

சேய்களின் எண்ணிக்கை, அவற்றின் உடல் அளவு போன்றவை இனத்திற்கு இனம் வேறுபடுகின்றன. புரோட்டோசோவாக்கள் சில மணி நேரங்களுக்கொருமுறை பிளவுபட்டு புதிய உயிரிகளை உருவாக்குகின்றன. மிதவை உயிரிகள் சில நாட்களுக்கொருமுறை புதிய உயிரிகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. பல முதுகெலும்பிகள் ஆண்டுக்கு ஒரு முறையும் சில பறவைகள் மற்றும் பாலூட்டிகள் ஆண்டுக்கு இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட முறைகளும் இனப்பெருக்கம் செய்து புதிய உயிரிகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. தமக்கு உகந்த சுற்றுச்சூழல் இருக்கும் வரை குளிர் காலம் முழுவதும் கொறிக்கும் இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்குகள் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன.

ஒரு சிற்றினத்தின் புறத்தோற்றம் மற்றும் உடற்செயலியல் பண்புகள் அச்சிற்றினத்தின் குட்டிகளின் உடலளவினை நிர்ணயிக்கின்றன. பாலூட்டிகளில் கருப்பையின் அளவு, உடற்குழி மற்றும் பால் சுரப்பிகளின் எண்ணிக்கை போன்றவை குட்டிகளின் அளவை நிர்ணயிக்கின்றன.

பறவைகளில், ஒரு பறவை தன் சிறகுகளால் மூடி அடைகாக்கக்கூடிய அளவில் மட்டுமே முட்டைகளை இடுகின்றன. பெற்றோர் பேணல் (Parental care) பண்பு இல்லாத உயிரிகளில் தாய் உயிரிகளின் திறனுக்கேற்ற எண்ணிக்கையில் முட்டைகள் இடப்படுகின்றன. பெற்றோர் பேணல் பண்பு காணப்படாத முதுகெலும்பற்ற உயிரிகளில் ஒவ்வொரு முறையும் 1000 முதல் 500,000,000 முட்டைகள் இடப்படுகின்றன. அடைகாக்கும் பை அல்லது கருவளர்ச்சிப் பை (brood pouch) மூலம் ஓரளவுக்கு வளர் உயிரிகளுக்குப் பாதுகாப்பளிக்கும் உயிரிகள் 100 முதல் 1000 முட்டைகளை இடுகின்றன. மிக அதிகப் பாதுகாப்புத்தரும் உயிரிகள் 1 முதல் 10 அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் முட்டைகளை இடுகின்றன. பாலூட்டிகள் ஓரீற்றில் (Single litter) மிக அரிதாக 12க்கும் மேற்பட்ட குட்டிகளை ஈனுகின்றன. பெரிய உயிரிகள் பொதுவாக ஒரே ஒரு குட்டியை மட்டுமே ஈனுகின்றன. பறவைகளின் ஓரீற்று (அ) ஓரீட்டு முட்டைகளின் குஞ்சுத்தொகுதியில் (Clutch) 1 முதல் 15 குஞ்சுகள் வரை இருக்கின்றன. (ஈடு என்பது ஒருமுறை கருவுற்றபின் இடும் முட்டைகள் அல்லது பிறக்கும் குட்டிகளைக் குறிக்கும்).

மாறாவெப்பநிலை விலங்குகளில் (warm blooded animals) ஈட்டின் (litter or brood) அளவானது ஓர் எல்லைக்குள் இருக்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக பெரிய ஈடுகளில் குஞ்சுகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாக இருந்தால் ஒவ்வொரு குஞ்சுக்கும் குறைந்த அளவு உணவே கிடைக்கின்றது. எனவே அவை கூட்டைவிட்டு வெளியேறும் போது குறைந்த எடை மற்றும் குறைந்த வலிமையுடன்

இருக்கும. எனவே பிற் சாலத்தில் அவற்றின் இறப்புவிகிதம் அதிகரிக்கின்றது. (பெரின்ஸ் 1965) (Perrins 1965). கூடுகளில் வைத்துத் தம் குஞ்சுகளைப் பராமரிக்கும் இனங்களில் ஓரீட்டு முட்டைகளின் குஞ்சுத்தொகுதி அளவானது முதிர் உயிரிகள் முயற்சி செய்து அதிக அளவு முட்டைகளைப் பொரித்துக் குஞ்சுகளைப் பராமரித்தலைப் பொறுத்ததாகும். முட்டைகளில் இருந்து குஞ்சுகள் வெளிவந்ததும் கூட்டைவிட்டு வெளியேறித் தனித்து வாழும் இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளின் ஓரீட்டு முட்டைகளின் குஞ்சுத் தொகுதி அளவானது பெண் பறவை தன் உடலில் சக்தியைத்திரட்டி ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிலான (size) முட்டைகளை இடுவதைப் பொறுத்தது. (லாக் 1967) (Lack 1967). மேலும் ஈடு, அல்லது ஓரீட்டுக்குஞ்சுத் தொகுதி போன்றவை தட்பவெப்பநிலையின் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக வெப்பம் அதிகமாக உள்ள நேரங்களில் இடப்படும் முட்டைகள் மிதமான வெப்பநிலையில் இடப்படும் முட்டைகளைவிடச் சிறியதாக இருக்கின்றன. (கென்டீக் 1941) (Kendeigh 1941) மிதவெப்ப மண்டலத்தில் வசிக்கும் சில பறவைகளின் ஓரீட்டுக் குஞ்சுத்தொகுதியானது வெப்பமண்டலத்தில் வாழும் அதே இனப் பறவைகளின் குஞ்சுத்தொகுதியைவிடப் பெரியது. பிறப்பு விகிதம் அதிகமாக இருந்த காலத்தைவிட இறப்பு விகிதம் அதிகமாக இருந்த ஆண்டுகளுக்குப் பின் இனப்பெருக்கம் அதிகரித்துக் காணப்படுகிறது.

உயிர்தொகையின் இறப்பு விகிதம் (Mortality of population)

ஒரு அலகு கால நேரத்தில் ஏற்படும் உயிரிகளின் இழப்பு இறப்பு விகிதம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இறப்பு விகிதம் கீழ்க்கண்ட சூத்திரத்தின் மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது.

$$\text{இறப்பு விகிதம்} = \frac{\text{ஒரு அலகு கால நேரத்தில் இறக்கும் உயிரிகளின் எண்ணிக்கை}}{\text{உயிர்த்தொகையின் சராசரி}}$$

உயிர்த்தொகை அடர்த்தி அதிகமாக இருக்கும்போது இறப்பு விகிதம் அதிகமாக இருக்கும். ஏனெனில் மிகைக்கூட்டத்தால் (overcrowding) பிற உயிரிகளால் வேட்டையாடப்படுதல் மற்றும் நோய்ப்பரவல் அதிகரிக்கும். மேலும் உயிர்த்தொகையின் அடர்த்தி அளவுக்கதிகமாகக் குறைந்தாலும் இறப்பு விகிதம் அதிகரிக்கும். ஏனெனில் தகைப்புக் காலங்களில் (period of stress) தனி உயிரியைவிட தொகுப்பாக இருக்கும் உயிரிகள் நன்றாக சமாளிக்கின்றன; எடுத்துக்காட்டாகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் தேனீக்கள் தனித்தனியாக

இருந்தால் இறந்துவிடுகின்றன. ஆனால் திரளாக இருக்கும்போது வெப்ப உற்பத்தி செய்து உயிர் பிழைத்துக்கொள்கின்றன.

உயிரிகளின் இறப்பு விகிதம் இனத்திற்கு இனம் மாறுபடுகிறது. ஓர் உயிரியின் முட்டைகள், இளம் உயிரிகள் போன்றவை புயல், வெள்ளம், வேட்டையாடி உண்ணும் விலங்குகள், விபத்துகள், பெற்றோரால் கைவிடப்படுதல் போன்ற காரணங்களால் அழிக்கப்படுவதால் இறப்பு விகிதம் அதிகரிக்கிறது. எனினும் ஒரு வாழிடத்தின் தாங்கும் திறன் மற்றும் அவ்வாழிடத்தில் பிறக்கும் புது உயிரிகளின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றிற்கிடையேயான தொடர்பும் ஒரு முக்கியமான காரணியாகும். ஒரு வாழிடத்தின் தாங்குதிறனைவிட அதிக அளவில் புதிய உயிரிகள் பிறக்கும்போது அதிகப்படியான உயிரிகள் இறக்க வேண்டும் அல்லது அந்த வாழிடத்தைவிட்டு வெளியேறவேண்டும். ஏனெனில் இறப்பு எண்ணிக்கையைவிட உயிர்வாழ்வோரின் எண்ணிக்கை முக்கியம் என்பதால் இறப்பு விகிதமானது ஆயுள் எதிர்பார்ப்பு (life expectancy) என்று குறிக்கப்படுகிறது. இது ஓர் உயிர்த்தொகையின் உயிரிகள் இனி வாழப்போகும் ஆண்டுகளின் சராசரியாகும்.

பொதுவாக ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் இறக்கும் உயிரிகளின் எண்ணிக்கையை விழுக்காட்டில் குறிப்பது இறப்பு விகிதம் எனப்படும். பல இனங்களின் இறப்பு விகிதம் மட்டத்திற்கு மட்டம் வேறுபடுகின்றது. எனினும் பால் முதிர்ச்சி அடைந்தபிறகு இறப்பு விகிதம் நிலையாகக் காணப்படுகிறது. இது உயிரிகளின் வாழ்நாளுடன் எதிர்விகிதத்தில் மாறுபடுகின்றது. முதிர்ந்த பெங்குயின், கூழைக்கடா, கடற்கரையில் வாழும் கடற்பறவைகள் போன்றவற்றின் வருடாந்திர இறப்பு விகிதம் 12 – 30 சதவீதமாகும். நாரைகள், கழுகுகள் மற்றும் ஆந்தைகளில் 30 சதவீதமும், வாத்துகள், புறாக்கள் மற்றும் பாடும் பறவைகளில் 40 – 68%ம் இறப்பு விகிதம் காணப்படுகிறது. வயதுக்கேற்ப இறப்பு விகிதம் மாறுகின்ற தன்மையுடையது என்பதால் ஒரு குறிப்பிட்ட வயதில் ஏற்படும் இறப்பு விகிதத்தினை ஆயுள் அட்டவணை (life table) மூலம் விளக்கலாம்.

ஆயுள் அட்டவணை (Life table):-

ஒரு சிற்றினத்தைப் பற்றி போதிய விவரங்கள் தெரிந்திருந்தால் ஓர் உயிர்த்தொகையில் உள்ள ஒவ்வொரு தொகுதியின் இறப்பு விகிதம், ஆயுள் எதிர்பார்ப்பு போன்ற முக்கியமான புள்ளி விவரங்களைக் கொண்ட ஆயுள் பட்டியலை உருவாக்கலாம். இப்பட்டியலில் 'x' என்னும் கீழ்க்குறியின் (Subscript) மூலம் வயது குறிக்கப்பட்டிருக்கும். இது ஒரு சிற்றினத்தின் சராசரி ஆயுட்காலத்தை வருடம்

அல்லது வளர்ச்சிப்படிநிலையில் குறிக்கும். ஒரு ஆயுள் பட்டியலானது ஆரம்ப அளவாக 100, 1000, 100000 உயிரிகள் என்ற கணக்கில் அமைக்கப்படுகிறது. அடுத்தடுத்த வயது இடைவெளிகளின் (age interval) ஆரம்ப அளவு lx என்று குறிக்கப்படுகிறது. இந்த புள்ளிவிவரங்களில் இருந்து ஓர் உயிரியின் "உய்வுவளைவரை"யை (survivorship curve) பெறலாம். ஒவ்வொரு வயது இடைவெளியிலும் இறந்த உயிரிகளின் எண்ணிக்கை dx என்று குறிக்கப்பட்டிருக்கும். இது இறப்புவிகிதத்தைத் தரும். ஒவ்வொரு வயது இடைவெளியின் இறப்புவிகிதமானது இடைவெளி 100ன் தொடக்கத்தில் qx என்று குறிக்கப்பட்டிருக்கும். இறப்புவிகிதத்திற்கும் 100க்கும் இடையே உள்ள வித்தியாசமே (100 – qx) "உய்வு விகிதம்" (survival rate) எனப்படும். உய்வு விகிதம் sx என்று குறிக்கப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வயதுக்கும் இறப்பிற்கும் இடையே உள்ள சராசரி காலம் (mean time) ஆயுள் எதிர்பார்ப்பு (ex) ஆகும்.

ஆயுள் அட்டவணையின் பயன்கள்:-

ஒரு உயிர்த்தொகையின் சராசரி ஆயுட்காலத்தைக் கணிக்கவும் ஒரு உயிர்த்தொகையின் வயதுக் கூட்டமைப்பு, இறப்புவிகிதம் அதிகம் உள்ள வாழ்க்கை சுழற்சியில் உள்ள மோசமான நிலையைச் சுட்டிக்காட்டவும், சிற்றினங்களுக்குள் வேற்றுமையை வெளிப்படுத்தவும், பல்வேறு உயிரிவாழிடங்களில் (biotope) ஒரே சிற்றினம் வெற்றிகரமாக உயிர்வாழ்தலை அறியவும் ஆயுள் அட்டவணைப் பயன்படுகிறது.

உய்வுவளை வரைவு (Survival curve):-

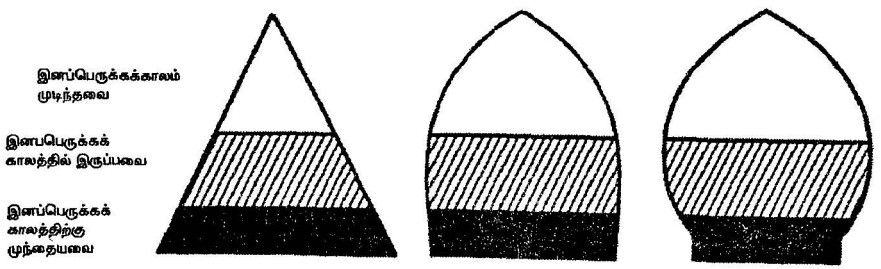
ஒரு உயிர்த்தொகையின் குறிப்பிட்ட இறப்புவிகிதத்தை உய்வுவளைவரைவு மூலம் வெளிப்படுத்தலாம். ஒரு உயிர்த்தொகையின் அனைத்து உயிரிகளின் உயிர்வாழ்தலுக்கான திறன் ஒரே அளவுடையது என்று வைத்துக்கொண்டால் உயிர்வாழ்ந்து கொண்டிருக்கும் உயிரிகளின் எண்ணிக்கையை காலத்துக்கெதிராகக் குறித்து செங்கோண (right angle) வடிவில் உய்வுவளை வரைவைப் பெறலாம். ஆயுள் அட்டவணையில் இருந்து குறிக்கப்படும் உய்வுவளைவரைவுகள் மூன்று வகைப்படும். முதல் வகையில் உகந்த சுற்றுச்சூழல் காணப்படும். அனைத்து உறுப்பினர்களும் ஒரே நேரத்தில் பிறந்து அவ்வுயிரியின் சிறப்புப் பண்புகளுடன் வாழ்நாள் முழுவதையும் வாழ்ந்து ஒரே நேரத்தில் இறப்பவை. எ.கா. மனிதனின் உயர்வு வளைவரைவு. இரண்டாம் வகையில் அனைத்து அகவைத் தொகுதிகளிலும் (Age groups) இறப்பு விகிதம் மாறாத்தன்மையுடன் (constant) இருக்கும். எனவே ஒவ்வொரு உயிரிக்கும் இன்னொரு வருடம் வாழ்வதற்கான

வாய்ப்பு அனைத்து அகவைத் தொகுதிகளிலும் சமமாக இருக்கும். எ.கா. முதிர்ச்சியடைந்த பறவைகள். மூன்றாவது வகையில் ஆரம்ப நிலையிலேயே மிக அதிக இறப்பு விகிதம் காணப்படும். எடுத்துக்காட்டாக சிப்பிகள் இடும் முட்டைகளில் லட்சக்கணக்கான முட்டைகள் பொரிக்கப்படுவதே இல்லை. ஆனால் அதற்குப்பிறகு அவற்றில் உயிர்பிழைப்பவை அதிக ஆயுள் எதிர்பார்ப்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. பல உய்வுவளைவரைவுகள் இம்மூன்று வகைகளுக்கும் இடைப்பட்ட நிலையில் காணப்படுகின்றன.

அகவைப்பங்கீடு (Age distribution):-

பிறப்பு விகிதம் மற்றும் இறப்பு விகிதம் ஆகிய இரண்டின் மீதும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும் ஒரு முக்கியமான உயிர்த்தொகைப் பண்பு அகவைப் பங்கீடு (age distribution) ஆகும். இறப்பதற்கான வாய்ப்புகள் மிக இளம் வயதிலும் வாழ்நாளின் கடைசிப் பகுதியிலும் அதிகம் என்பதால் இறப்பு விகிதம் வயதுக்குத் தக்கவாறு மாறுபடுகின்றது. அதைப்போல பிறப்பு விகிதமும் சில அகவைத் தொகுதிகளில் மட்டும் நடைபெறுகின்றது. ஒரு உயிர்த்தொகையின் அகவைப் பங்கீட்டின் மூலம் ஒரு உயிர்த்தொகை அதிகரிக்கிறதா அல்லது குறைகிறதா என்பதைக் கணக்கிடலாம். மேலும் ஓர் உயிர்த்தொகையில் உள்ள பல்வேறு அகவைத் தொகுதிகளின் விகிதமானது அவ்வுயிர்த்தொகுதியின் தற்போதைய இனப்பெருக்க நிலையையும் எதிர்காலத்தில் அவற்றின் நிலையையும் நிர்ணயிக்கிறது. பொதுவாக வேகமாக வளரும் ஓர் உயிர்த்தொகையில் பெரும்பங்கு வயதுகுறைவான இளம் உயிரிகளும் ஒரு நிலையிருப்பு உயிர்த்தொகையும் (stationary population) கிழப்பருவ முதிர் உயிரிகளும் காணப்படும்.

அகவைப்பட்டைக்கூம்புகள் (Age pyramids):-



A
இளம் உயிர்த்தொகை
முக்கோண வடிவ கூம்பு

B
நிலையான உயிர்த்தொக
(மணிவடிவ கூம்பு)

C
குறையும் உயிர்த்தொகை
(தூழி வடிவ கூம்பு)

இது செங்குத்தாக அமைந்த பட்டை வரைபடம் (bar graph) ஆகும். இதில் குறிப்பிட்ட காலத்தில் பல்வேறு வயதுகளில் உள்ள உயிரிகளின் எண்ணிக்கை குறிக்கப்படும். இளம் உயிரிகள் வரைபடத்தின் அடியிலும் முதிர்ந்த உயிரிகள் வரைபடத்தின் உச்சியிலும் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட தருணத்தில் ஒரு உயிர்த்தொகையின் அகவைப்பங்கீடானது அகவைப் பட்டைக்கூம்புகள் மூலம் குறிப்பிடப்படுகிறது. எனவே அகவைப் பங்கீடானது காலத்திற்குத் தக்கவாறு மாறக்கூடியது என்பதால் அகவைப்பட்டைக்கூம்பின் வடிவமும் காலத்திற்குகேற்றவாறு மாறுபடுகின்றது.

ஒரு அகவைப்பட்டைக்கூம்பிலிருந்து உயிர்த்தொகை அதிகரித்திருக்கின்றதா குறைந்திருக்கின்றதா அல்லது நிலையாக இருக்கின்றதா என்ற விவரங்களை அறியலாம். ஒரு நிலையான உயிர்த்தொகையின் அகவைப் பட்டைக்கூம்புடன் ஒப்பிட்டு ஓர் உயிர்த்தொகை வளர்கிறதா அல்லது குறைகிறதா என அறியலாம். ஒரு அகவைப்பட்டைக் கூம்பில் இளம்பருவ உயிரிகளின் (Juveniles) எண்ணிக்கை அதிகமாக இருந்தால் உயிர்த்தொகை வளர்கிறது என்றும் குறைவாக இருந்தால் உயிர்த்தொகை குறைகிறது என்றும் அறியலாம். பொதுவாக முக்கோண வடிவ அகவைப் பட்டைக் கூம்பு வளரும் உயிர்த்தொகையையும் தாழி (urn) வடிவ பட்டைக்கூம்பு நடுத்தர வயது மற்றும் முதிய உயிரிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரித்திருப்பதையும் குறிக்கும். ஆனால் மணி வடிவ பட்டைக்கூம்பு நிலையான (stable) உயிர்த்தொகையை அதாவது இளம்பருவ, நடுத்தர மற்றும் முதிய உயிரிகள் சமமான அளவில் இருப்பதையும் குறிக்கின்றன.

உயிர்த்தொகை பெருக்கம் (Population growth):-

உயிர்த்தொகையின் அளவு மற்றும் கூட்டமைப்பு போன்றவை எப்போதும் மாறிக்கொண்டே இருக்கும். இம்மாற்றங்கள் பிறப்பு விகிதம், இறப்பு விகிதம் மற்றும் ஒரு உயிர்த்தொகையில் சேருகின்ற மற்றும் விலகுகின்ற உயிரிகள் போன்றவற்றை பொறுத்து ஏற்படுகின்றது. உயிர்த்தொகையின் வளர்ச்சிப்பாங்கு இரண்டு வகைப்படும். 1. J வடிவ வளர்ச்சி. 2. S வடிவ வளர்ச்சி.

1. J வடிவ வளர்ச்சி வளைவரைவுகள்:-

ஆரம்பத்தில் உயிர்த்தொகையானது மிக விரைவாக வளர்ந்து பின்னர் சுற்றுச்சூழல் தடங்கல் அல்லது உணவு, உறைவிடம், அதிகபனி, அதிகமழை, அல்லது இனப்பெருக்கக் காலம் முடிந்துவிடுதல் போன்ற காரணங்களால்

சட்டென்று நின்றுவிடும். இவ்வகை வளர்ச்சியில் உயிர்த்தொகைச் செறிவானது உச்சஅளவை அடைந்து சிறிது காலம் உச்ச அளவிலேயே நீடித்து, பிறகு சட்டென கீழிறங்கும். இவ்வகை வளர்ச்சி சில பாசிகள், பூச்சியினங்கள் போன்றவற்றில் காணப்படுகிறது.

2. S வடிவ அல்லது சிக்மாய்டு வளர்ச்சி வளைவரைவுகள்:-

இவ்வகையில் உயிர்த்தொகையானது தனக்கு உகந்த இடத்தை ஆக்கிரமித்துக்கொண்டு படிப்படியாக வளரத் தொடங்கும். இது நேர்மறை முடுக்க நிலை (positive acceleration phase) எனப்படும். பின்னர் மிகத்துரிதமாக வளரத்தொடங்கும். இது மடக்கை நிலை (the logarithmic phase) என்று அழைக்கப்படுகிறது. கடைசியாக சுற்றுச்சூழல் தடங்கல் அல்லது எதிர்ப்பு அதிகரிக்கும் நிலை ஏற்பட்டதும் வளர்ச்சிக்குறைந்து ஏறக்குறைய சமநிலை அடைகிறது. இது எதிர்மறை முடுக்கநிலை (negative acceleration phase) எனப்படும். இந்த அளவிற்கு மேல் ஒரு உயிர்த்தொகையால் வளர்ச்சியடைய இயலாது. இந்த உச்ச அளவு தொடர்வரைவளர்ச்சி வளைகோடு (asymptotic growth curve) எனப்படும். இது தாங்குதிறன் (carrying capacity) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

உயிர்த்தொகையின் தாங்குதிறன்:-

ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவில் ஒரு வாழிடம் தாங்கக்கூடிய உயிரிகளின் உச்ச எண்ணிக்கை தாங்குதிறன் எனப்படும். ஓர் உயிர்த்தொகை தாங்கு திறனை அடைந்த உடன் உயிர்த்தொகையில் ஏற்ற இறக்கங்கள் ஏற்படுகின்றன. சில இனங்களில் தாங்குதிறனுக்கு மேல் உயிரிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்போது உயிர்த்தொகை வீழ்ச்சி (population crash) ஏற்படுகிறது. உயிர்த்தொகை எண்ணிக்கை ஏதேனும் ஒரு வழியில் மீண்டும் சமநிலையை அடையும்போது உயிர்த்தொகை நிலையான தன்மையை அடைகிறது.

உயிர்த்தொகையின் வளர்ச்சி விகிதம் (Grouth rate of population):-

ஒரு உயிர்த்தொகையின் வளர்ச்சி விகிதம் கீழ்க்கண்ட முறையில் கணக்கிடப்படுகிறது.

$$\text{வளர்ச்சி விகிதம்}(r) = \frac{\text{பிறந்த உயிரிகளின் எண்ணிக்கை}(b) - \text{இறந்த உயிரிகளின் எண்ணிக்கை}(d)}{\text{குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியின் சராசரி உயிர்த்தொகை}}$$

உயிரிய உள்ளாற்றல் (Biotic potential):-

ஓர் உயிர்த் தொகையின் அகவைப் பரவல் நிலையானதாகவும் சுற்றுச்சூழல் காரணிகள் உகந்த நிலையிலும் இருக்கும் போது அவ்வுயிர்த்தொகையில் உள்ள உயிரிகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரிக்கச் செய்யும் உள்ளார்ந்த ஆற்றல் "உயிரிய உள்ளாற்றல் (Biotic potential)" எனப்படும். உயிரிய உள்ளாற்றலுக்கும் உயிர்த்தொகை வளர்ச்சி விகிதத்திற்கும் இடையே உள்ள வேற்றுமையே சுற்றுச்சூழல் எதிர்ப்புத்திறனின் அளவு ஆகும். தட்பவெப்பநிலை, உயிர்த்தொகைச்செறிவு, உயிரிகளுக்கிடையேயான போட்டி, எதிரிகள், நோய், இறப்பு விகிதம், பிறப்பு விகிதம், உணவுப் பற்றாக்குறை போன்ற காரணிகள் சுற்றுச்சூழல் எதிர்ப்புத்திறனை ஏற்படுத்தி உயிரிகளின் இனப்பெருக்கத்திறனைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. உயிரிய உள்ளாற்றலுக்கும் சுற்றுச்சூழலுக்கும் இடையே உள்ள சமநிலையானது ஓர் உயிர்த்தொகையின் அளவு அதிகரிப்பதை நிர்ணயிக்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட உயிர்த்தொகையின் அளவு பெருகினாலும் அல்லது குறைந்தாலும் அவ்வுயிர்த்தொகையின் உயிரிய உள்ளாற்றல் மாறாது. ஓர் உயிர்த்தொகையின் வேகமான வளர்ச்சிக்கு காரணம் உயிர்த் தொகையின் இனப்பெருக்கத்திறன் அல்ல. மாறாக சுற்றுச்சூழல் எதிர்ப்புத்திறனின் காரணமாகவே உயிர்த்தொகை பெருக்கமடைகிறது.

உயிர்த்தொகைப் பரவல் (Population dispersal):-

உயிரிகள் ஓர் உயிர்த்தொகைப்பரப்பிற்கு (Population area) உள்ளேயும் அதனை விட்டு விலகி வெளியேயும் செல்லுதல் உயிர்த்தொகைப் பரவல் எனப்படும். இது மூன்று விதங்களில் நடைபெறுகிறது. 1. குடிப்பெயர்ச்சி (Emigration), 2. குடியேற்றம் (Immigration), 3. வலசைபோதல் (Migration).

1. குடிப்பெயர்ச்சி (Emigration):-

ஒரு உயிர்த்தொகைப்பரப்பை விட்டு உயிரிகள் வெளியேறுதல் குடிப்பெயர்ச்சி எனப்படும். உயிரிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும் போது வெட்டுக்கிளிகள், லெம்மிங்குகள் (lemming), சதுப்புநிலக்கோழிகள் (grouse), வெள்ளாந்தைகள், ஆர்க்டிக்கரடிகள், சாம்பல் அணில்கள் போன்றவை குடிப்பெயர்ச்சி செய்கின்றன. இது ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் ஏற்படும் உயிர்த்தொகைப் பெருக்கத்தினையும் வாழிடம் அதிகமாகச் சுரண்டப்படுவதையும் தடுக்கின்ற தகவமைப்பு நடத்தையாகும். மேலும் இவ்வாறு வெளியேறும் உயிரிகள் ஒரு புதிய வாழிடத்தில் குடியேறுவதால் அங்குள்ள உயிரிகளுடன் அயற்சேர்க்கை

(interbreeding) மூலம் மரபியல் கலப்பினத் தன்மையை (heterozygosity) உருவாக்கும் வாய்ப்புகளைப் பெறுகின்றன.

உயிர்த்தொகைப் பெருக்கம் மட்டுமல்லாது, முதிர்ச்சியடைந்த உயர் விலங்குகள் தம் ஆட்சிஎல்லைப்பகுதிகளை ஏற்கனவே ஏற்படுத்திவிட்டிருப்பதால் இளம் உயிரிகள் வேறெங்காவது புதிய வாழிடம் தேடிச் செல்ல நிர்ப்பந்திக்கப்படுகின்றன. பூச்சியினங்களில் குடிப்பெயர்ச்சிக்கும் உள்ளார்ந்த நடத்தைக்கும் தொடர்பு உள்ளது. உயிர்த்தொகையில் இருந்து பெரும்பாலும் சுறுசுறுப்பான பூச்சிகளே வெளியேறி புதிய இடத்திற்குப் செல்கின்றன. பொதுவாகக் குடிப்பெயர்ச்சி தொடர்ச்சியாக நடத்தல் என்பது அரிது. எனினும் அவ்வாறு நடக்கும் பட்சத்தில் உயிர்த்தொகைக் குறைவு (depopulation) ஏற்படுகிறது. இதுபோன்ற சமயங்களில் இனப்பெருக்கத்திறன் அதிகரிக்கப்படுவதாலும் இறப்பு விகிதம் குறைக்கப்படுவதாலும் உயிர்த்தொகைச்சமநிலை நிலை நிறுத்தப்படுகிறது.

2. குடியேற்றம் (Immigration):-

குடியேற்றம் மூலம் உயிர்த்தொகை அளவு உயர்வதால் தாங்கு திறனுக்கு மேல் உயிர்த்தொகைப் பெருக்கம் (over population) ஏற்படுகிறது. இதனால் குடியேறிய உயிரிகளிடையே இறப்பு விகிதம் அதிகரித்தல் அல்லது இனப்பெருக்கத்திறன் குறைதல் போன்ற விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

குடிப்பெயர்ச்சி மற்றும் குடியேற்றம் ஆகிய இரண்டும் தட்பவெப்பம் மற்றும் பிற உயிருள்ள மற்றும் உயிரற்ற சூழ்நிலைக் காரணிகள் மூலம் கட்டுப்படுத் தப்படுகின்றது.

3. வலசைபோதல்:-

ஒரு உயிர்த்தொகை முழுவதும் மொத்தமாக இடம் பெயர்தல் வலசை போதல் எனப்படும். இது பூச்சியினங்கள், மீன்கள், பறவைகள் போன்றவற்றில் அதிகம் நடைபெறுகிறது. இருவழி வலசை இயக்கங்கள் பெரும்பாலும் உயிர்த்தொகையின் ஒத்திசைவு (rhythmic) நிகழ்வுகளாகும்.

எடுத்துக்காட்டாக நாளொழுங்கு, மதியொழுங்கு அலையொழுங்கு இயக்கங்கள் மற்றும் பருவநிலை மாறுபாடு போன்ற காரணங்களால் வலசை போதல் நடைபெறுகின்றன. அரச வண்ணத்துப் பூச்சிகள் ஒவ்வொரு ஆண்டும் வழக்கமாக ஒரே வழித்தடத்தில் நீண்ட தூரம் பயணம் செய்து திரும்புகின்றன. விலங்குகள் பெரும்பாலும் உணவு, உறைவிடம் மற்றும் இனப்பெருக்கத்திற்காக வலசை

போகின்றன. வலசை இயக்கங்களால் அதிகம் ஆக்கிரமிக்கப்படாத வாழிடங்களையும் அவற்றின் வளங்களையும் விலங்குகள் பயன்படுத்திக்கொள்கின்றன. எனினும் நீண்ட தூரப் பயணங்களின் போது வெப்ப ஏற்றஇறக்கம், உணவுப் பற்றாக்குறை, வேட்டையாடப்படுதல் போன்ற சூழ்நிலைக் காரணிகளால் பல உயிரிகள் இறக்க நேரிட்டாலும், உணவு உறைவிடம் மற்றும் பிற காரணங்களுக்காகச் சிற்றினங்களுக்குள் உள் இனப்போட்டிகள் ஏற்படாமல் வலசை போதல் தடுக்கின்றது.

உயிர்த்தொகைப் பெருக்கத்தை பாதிக்கும் காரணிகள் மற்றும் உயிர்த்தொகை ஒழுங்குபாடு.

எந்த ஒரு உயிர்த்தொகையும் வரையறையின்றி அதிகரித்துக் கொண்டே செல்வதில்லை. உயிர்த்தொகையின் எண்ணிக்கை உயிர்த்தொகைக்கு வெளியே உள்ள காரணிகளாலோ அல்லது உயிர்த்தொகைக்கு உள்ளே உள்ள காரணிகளாலோ கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. முதலாவது "செறிவு சாரா காரணிகள்" (Density indepeandeant factors) என்றும் இரண்டாவது "செறிவு சார்ந்த காரணிகள்" (density dependant factors) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

செறிவு சாராக் காரணிகள்:-

உறைவிடம், தட்பவெப்பநிலை மற்றும் உணவு போன்றவை செறிவு சாராக்காரணிகள் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

1. உறைவிடம் மற்றும் உணவு:-

உயிர்த்தொகையின் செறிவு அதிகரிக்கும் போது தனிஉயிரிகளுக்கான உறைவிடத்திற்குப் பற்றாக்குறை ஏற்படுகிறது. இதனால் உயிரிகளுக்கான பாதுகாப்பு குறைந்து வேட்டை விலங்குகளின் தாக்குதலுக்கு ஆளாகின்றன. புல்வெளி எலிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்போது அவற்றிற்கு உறைவிடம் மற்றும் உணவு தரும் தாவரங்களைத் தின்று அழித்துவிடுவதால் உறைவிடம் மற்றும் உணவிற்குப் பற்றாக்குறை ஏற்பட்டு எலிகளின் எண்ணிக்கை குறைந்துவிடுகின்றன. பழுப்பு லெம்மிங்குகளின் உயிர்த்தொகை குறையும் போது புற்களின் வருடாந்திர உற்பத்தியில் 1% மட்டுமே அவை பயன்படுத்துகின்றன. அவற்றின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்போது 100% புற்களையும் தின்றுவிடுவதால் சுவை குறைந்த பிற தீவனங்களை நாட வேண்டிய நிலைமை ஏற்படுகிறது. இதனால் உணவு மற்றும் உறைவிடத்திற்கு பற்றாக்குறை ஏற்படுவதால் இனப்பெருக்கம் குறைந்து உயிர்த்தொகையின் எண்ணிக்கை குறைகிறது.

2. வெப்பம்:-

தானியங்களைத் தாக்கும் பூச்சிகள் உற்பத்தி செய்யும் வெப்பமானது அவற்றின் தாங்கு எல்லையை (tolarance limit) விட அதிகமாகும் போது பூச்சிகளின் எண்ணிக்கை மேலும் உயராமல் தடுக்கப்படுகின்றது. உயிர்த்தொகை குறைவாக இருக்கும் நிலையில் தட்பவெப்பநிலையைத் தாங்கிக்கொள்ளும் பூச்சிகள் மற்றும் கொறிப்பன ஆகியவற்றின் உயிர்த்தொகை அதிகரிக்கும்போது அவற்றின் ஆரோக்கியமும் ஆற்றலும் குறைந்து விடுகின்றது.

3. ஈரப்பதம்:–

மிக அதிக மற்றும் மிகக்குறைந்த ஈரப்பதம் உயிர்த்தொகையைக் குறைக்கிறது. (எ.கா) வறட்சி காலத்தில் நீர்மட்டம் குறைந்து, அங்கு வாழும் எலிகளின் வளைகள் வெளிப்பட்டுவிடுவதால் எலிகள் அங்கிருந்து வெளியேறி வேறிடங்களில் வசிக்கவேண்டி யஅவசியம் ஏற்படுகிறது. நீர் இல்லாததால் நரிகள் வளைகளில் உள்ள எலிகளை வேட்டையாடி உண்பதால் எலிகளின் உயிர்த்தொகை குறைகிறது.

4. மழை:–

வளைக்கழுத்து மயில்கள், முயல்கள், காடைகள் மற்றும் பல விலங்குகளில் முட்டைகள் பொரித்தல் மற்றும் இளம் உயிரிகள் பிழைத்தல் போன்றவை மழையால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

5. மனிதர்களின் செயல்பாடுகள்:–

மனிதர்கள் தோலுக்காகவும் இறைச்சிக்காகவும் விலங்குகளை வேட்டையாடுவதால் பல விலங்குகள் அழிந்துவிட்டன. பூச்சி மருந்துகளால் பல விலங்குகளின் உணவு உயிரிகள் அழிந்து விடுகின்றன. எனவே அவற்றை நம்பியுள்ள உயிரிகள் மொத்தமாகப் பட்டினியால் இறப்பதால் உயிரித்தொகை குறைகிறது. மேலும் பூச்சிமருந்துகள் உணவுச் சங்கிலியில் இணைவதால் படிப்படியாக அவற்றின் செறிவு விலங்குகளின் உடலில் தேங்கி முடிவில் அழிவை ஏற்படுத்துகின்றன.

செறிவு சார் காரணிகள்:–

இதில் போட்டி, இனப்பெருக்கத்திறன், வேட்டையாடப்படுதல், குடிப்பெயர்ச்சி. நோய், ஆட்சி எல்லை உரிமைப்பாங்கு, நாளமில்லா சுரப்பிகளின் சமநிலை மற்றும் சுழற்சி போன்றவை அடங்கும்.

1. போட்டி

ஒரு இனத்திற்கிடையே நடைபெறும் போட்டி மற்றும் வெவ்வேறு இனங்களுக்கிடையே நடைபெறும் போட்டிகள் ஓர் இனத்தின் உயிர்தொகையை கட்டுப்படுத்துகின்றன. இதனால் இறப்பு விகிதம் அதிகரித்தல், உறைவிடம் அழிக்கப்படுதல் உணவு கிடைக்காமை, இனப்பெருக்க வேகம் குறைதல், வேட்டையாடுதல் அதிகரித்தல், வேறிடங்களுக்கு இடம் பெயர்தல் மற்றும் ஆரோக்கியக்குறைவு போன்றவை ஏற்படுகின்றன.

2. இனப்பெருக்கத்திறன்

பிறப்பு விகிதம் மற்றும் இறப்பு விகிதம் போன்றவை ஓர் இனத்தின் உயிர்த்தொகையைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

3. குடிப்பெயர்ச்சி

உயிர்த்தொகை அதிகரிக்கும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலிருந்து மொத்தமாக உயிரிகள் குடிபெயர்வதால் உயிர்த்தொகை கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

4. நோய் மற்றும் உடற்செயலியல் தகைப்பு

இறப்பு விகிதம் அதிகரிக்கத் தொற்றுநோய்கள் காரணமாக இருந்தாலும், கொள்ளைநோய் மற்றும் விலங்குக்கொள்ளை நோய் (Epizootic) போன்றவற்றால் மட்டுமே உயிர்த்தொகைக் குறைகிறது. உடற்செயலியல் தகைப்பின் காரணமாகவும் கணிசமான அளவு உயிர்த்தொகைக்குறைவு ஏற்படுகிறது.

5. ஆட்சி எல்லை உரிமைப்பாங்கு

வாட்சன் மற்றும் ஜென்கின்ஸ் (1968) ஆகியோர் உயிர்த்தொகையானது ஆட்சி எல்லை நடத்தையால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது என்று விளக்கியுள்ளனர். (எ.கா. செந்நிற சதுப்புநிலக் கோழி).

செறிவுசார்ந்த காரணிகள் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த ஓர் உயிர்த்தொகையில் உள்ள தனி உயிரிகளுக்கிடையே அல்லது மற்றும் பல வேறுபட்ட இனத்தைச் சேர்ந்த உயிர்த்தொகைக்கிடையே நடைபெறும் செயல்பாடுகளைச் சார்ந்துள்ளது. இவை இனத்திற்கு இனம் மாறுபடுகின்றன. இவ்வுயிரிகள் இடையீட்டுப்பண்புகளை (intercompensation) பெற்றிருக்கின்றன. இதன்படி, ஏதேனும் ஒரு விளைவின் காரணமாக ஏற்படும் அழுத்தத்திலிருந்து உயிர்தொகையை விடுவிப்பதற்காகச் சுற்றுச்சூழல் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டால், அடுத்த விளைவானது சுற்றுச்சூழலை தன்

கட்டுப்பாட்டில் கொண்டுவரும்வரை உயிர்த்தொகை அதிகரித்துக்கொண்டே இருக்கும். அதாவது தாவரஉண்ணிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் மாமிச உண்ணிகள் சூழ்நிலையிலிருந்து நீக்கப்பட்டுவிட்டால் தாவர உண்ணிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரித்து முடிவில் அவை பட்டினிகிடக்கும் நிலையை அடைகின்றன. இச்சமயத்தில் உணவு அளித்தால் உயிரிகள் நோய்த்தாக்குதலுக்கு ஆளாகின்றன. (வில்சன் மற்றும் பாஸ்ஸர்ட் 1971 (Wilson and Bossert 1971) பொதுவாக வெளிப்புறக் காரணிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படும் உயிர்த்தொகை ஏற்றஇறக்கங்கள் ஒழுங்கற்றதாகவும் உணவு, நீர் மற்றும் வெப்பம் போன்ற இயற்பியல் காரணிகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களுடன் தொடர்புடையதாகவும் காணப்படுகின்றன. ஆனால் உள்ளார்ந்த காரணிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படும் உயிர்த்தொகை ஓர் ஒழுங்கு தன்மை உடையதாக உள்ளது.

அத்தியாயம் – 4

சூழலியல் உயிரினத் தொடர்ச்சி (Ecological succession)

உயிரியக் குமுகாயங்கள் (அ) சமுதாயங்கள் நிலையாக இருப்பதில்லை. அவை காலப்போக்கில் மாறிக்கொண்டே இருக்கின்றன. குமுகாயங்கள் அவற்றின் ஆக்கக்கூறுச் சிற்றினங்களுடனோ அல்லது சுற்றுச்சூழலுடனோ முழுமையான சமநிலையில் எப்போதும் நிலையாக இருப்பதில்லை. தட்பவெப்ப நிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்களாலும் நிலத்துருவியல் (physiographic) காரணங்களாலும் சமுதாயத்தில் உள்ள இனங்களின் செயல்பாடுகளாலும் சுற்றுச்சூழல் குமுகாயங்கள் காலம் செல்லச்செல்ல மாறிக்கொண்டே இருக்கின்றன. இத்தாக்கங்கள் அச்சமுதாயத்தில் உள்ள ஓங்குதிறனுடைய இனங்கள் மீது குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. இதனால் இந்த இனத்திற்கு மாற்றாக வேறொரு இனம் அதே நிலப்பரப்பில் ஓங்குதிறன் கொண்ட இனமாக உருவெடுக்கிறது. இவ்வாறு அடுத்தடுத்த சமுதாயங்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக வளர்ச்சியடைந்து கடைசியில் ஏதாவது ஒரு சமுதாயம் ஒரு குறிப்பிட்ட காலம்வரை நிலைத்திருக்கின்றது. இது சூழலியல் உயிரினத் தொடர்ச்சி என்று அழைக்கப்படுகிறது.

கிளெமென்ட்ஸ் (1916) (Clements) கூற்றுப்படி "ஒரு வாழிடத்தை பல இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகள் அல்லது தாவரச் சமுதாயங்கள் தொடர்ச்சியாக ஆக்கிரமித்துக்கொள்ளும் இயற்கைச் செயல் சுற்றுச்சூழல் உயிரினத் தொடர்ச்சி" எனப்படும். ஓடம் (1971) (Odum 1971)] இந்தச் சூழலியல் உயிரினத் தொடர்ச்சியைச் சூழ்நிலை மண்டல உருவாக்கம் என்று குறிப்பிட்டுள்ளார்.

உயிரினத் தொடர்ச்சிக்கான காரணங்கள் (Causes of succession):-

1. தொடக்கக் காரணங்கள் அல்லது தொடங்க வைக்கும் காரணங்கள்:-

இதில் தட்பவெப்ப (climate) மற்றும் உயிரிய (biotic) காரணங்கள் அடங்கும். முதலாவதில் எரிமலை போன்றவற்றால் ஏற்படும் அரிப்பு (erosion), மற்றும் படிவுகள் (deposit), தீ, மின்னல் மற்றும் காற்று ஆகியவையும் இரண்டாவதில்

உயிரிகளின் செயல்பாடுகளும் அடங்கும். இக்காரணங்கள் வெற்று நிலப்பரப்பு (bare area) களை உருவாக்குகின்றன. அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் ஏற்கனவே உள்ள உயிர்த்தொகையை அழித்துவிடுகின்றன.

2. தொடர் காரணங்கள் (Ecedic causes):-

இதில் வலசை போதல், குடிபுகல் (Ecesis), கூட்டுச்சேர்க்கை (aggregation), போட்டி, எதிர்வினை போன்றவை உயிர்த்தொகை வரிசைகளைத் தொடர்ந்து உருவாக்குவதன் காரணமாக நிலப்பரப்பிலுள்ள மண்ணின் பண்புகளில் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன.

3. நிலைப்படுத்தும் காரணங்கள்:-

இக்காரணங்கள் சமுதாயத்தை நிலைப்படுத்துகின்றன. கிளெமென்ட் (clement) டின் கூற்றுப்படி ஒருநிலப்பரப்பின் தட்பவெப்பநிலையே நிலைப்படுத்துதலுக்கான முதன்மைக் காரணமாகும். பிற காரணிகள் அனைத்தும் இரண்டாம் நிலைக்காரணிகளாகும்.

ஒரு சூழலியல் உயிரினத் தொடர்ச்சி கீழ்க்கண்ட நான்கு வழிகளில் நடைபெறுகிறது. 1. ஒரு நிலப்பரப்பில் உள்ள தாவர மற்றும் விலங்கின வகைகளில் தொடர்ச்சியாக நடைபெறும் மாற்றங்கள். 2. சிற்றினங்களின் பல்வகைமை (diversity) அதிகரித்தல், 3. ஆற்றல் பாய்வின் மூலம் தாங்கப்படும் உயிர்த்திரள் மற்றும் கரிமப் பொருட்கள் அதிகரித்தல். 4. நிகர சமுதாய உற்பத்தி அல்லது ஆண்டு விளை பயன் (annual yield) குறைதல்.

உயிரினத்தொடர்ச்சியின் அடிப்படை வகைகள்:-

1. முதன்மை உயிரினத் தொடர்ச்சி (Primary Succession):-

நிலச்சூழ்நிலை, நன்னீர் மற்றும் கடல் சூழ்நிலை போன்ற அடிப்படைச் சூழ்நிலைகளில் ஏதேனும் ஒன்றில் முதன்முதலாக உயிரினங்கள் உருவாதல் முதன்மை உயிரினத் தொடர்ச்சி எனப்படும். இது உயிர்ப்பொருள் ஏதுமற்ற தொன்மையான பாறையில் (அ) கீழடுக்கில் (Primitive substratum) தொடங்குகிறது. இதில் உருவாகும் முதல் தொகுதி உயிரினங்கள் "முன்னோடிகள் (pioneer) அல்லது முதன்மைக் குமுகாயம் (primary community) அல்லது முதன்மைக்குடியேறுவோர்" (Primary colonizers) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

2. இரண்டாம் நிலை உயிரினத் தொடர்ச்சி (Secondary succession):-

இது ஏற்கனவே உயிரினங்கள் உள்ள பாறைகளில் உருவாகும் மற்றொரு வகை உயிரினத் தொடர்ச்சியாகும். தட்பவெப்ப நிலைக்காரணிகள், உயிரினங்களின் தலையீடு, தீ போன்ற புறவிசைச் செயல்பாடுகளால் தீடீரென உருவாகும் மாற்றங்கள் ஏற்கனவே அங்கு வாழ்ந்து கொண்டு கொண்டிருக்கும் சமுதாயத்தினை மறையச் செய்கின்றன. எனினும் அந்த நிலப்பகுதியின் உயிரினம் முழுமையாக மறைந்து விடுவதில்லை. முந்தைய உயிரினத் தொகுதியின் கரிமப் பொருட்கள் மற்றும் சில உயிரினங்கள் அங்கு எஞ்சியிருக்கின்றன. எனவே உயிரினத் தொடர்ச்சியானது ஆரம்பத்திலிருந்து உருவாக வேண்டிய நிலை இதில் இல்லை. மேலும் இரண்டாம் நிலை உயிரினத்தொடர்ச்சியானது முதன்மைத் தொடர்ச்சியை விடத் துரிதமாக நடைபெறுகிறது.

3. தற்பிறப்பு உயிரினத்தொடர்ச்சி (Autogenic succession):-

உயிரிகள் தாங்களாகவே ஏற்படுத்திக் கொண்ட மாறுதல்கள் மூலம் உருவாகும் உயிரினத் தொடர்ச்சி தற்பிறப்பு உயிரினத் தொடர்ச்சி எனப்படுகிறது. கைவிடப்பட்ட வேளாண்மை நிலங்கள் நீண்டகாலத்திற்குப் பிறகு காடாக மாற்றமடைதல் இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

4. புறத்துப்பிறந்த உயிரினத் தொடர்ச்சி (Allogenic succession):-

வெளிப்புறக்காரணிகள் ஒரு நிலப்பரப்பில் வாழ்ந்து கொண்டிருக்கும் சமுதாயத்தினை வேறொரு சமுதாயத்தினைக் கொண்டு மாற்றீடு செய்தால் அவை புறத்துப்பிறந்த உயிரினத் தொடர்ச்சி என்று அழைக்கப்படுகிறது.

5. தன்னூட்ட உயிரினத் தொடர்ச்சி (Antotrophic succession):-

இதில் தொடக்கநிலையிலும் அதன் பின்னர் தொடர்ச்சியாகவும் தன்னூட்ட உயிரிகளான தாவரங்கள் ஓங்குநிலையில் காணப்படுகின்றன. கனிமச்சூழலில் தொடங்கும் இத்தொடர்ச்சியில் கரிமப்பொருளின் அளவு படிப்படியாக அதிகரிக்கிறது.

6. அயலூட்ட உயிரினத் தொடர்ச்சி (Heterotrophic succession):-

இதில் ஆரம்பத்தில் பாக்டீரியா, ஆக்டினோமைசெட்டுகள், பூஞ்சைகள் மற்றும் விலங்குகள் போன்றவை ஓங்குநிலையில் காணப்படுகின்றன. கரிமச் சூழலில் தொடங்கும் இதில் ஆற்றலின் அளவு படிப்படியாக குறைகிறது.

சுற்றுச்சூழலின் ஈரத்தன்மையைப் பொருத்து மேலும் பல உயிரினத் தொடர்ச்சி வகைகள் உள்ளன. அவையாவன

1. ஹைடிரோசியர் (Hydrosere) அல்லது ஹைடிரார்க்:–

இது நீர் அதிகமாக உள்ள இடங்களான குளங்கள், ஏரிகள், ஓடைகள் மற்றும் சேற்றுநிலம் போன்றவற்றில் தொடங்குகிறது.

2. மீசார்க் (Mesarch):-

தேவையான அளவு ஈரம் உள்ள இடங்களில் காணப்படுகிறது.

3. பாலைஉயிரினத் தொடர்ச்சி (அல்லது) செரோசியர் (Xerosere) அல்லது செராக்:-

மிகக் குறைவான ஈரத்தன்மை உள்ள பாலைவனங்கள் மற்றும் பாறைகள் போன்றவை இதில் அடங்கும். மேலும் பாறை உயிரினத் தொடர்ச்சி (Lithosere), மணல் உயிரின தொடர்ச்சி (Psammosere), கடலினத்தொடர்ச்சி (Halosere) போன்ற வகைகளும் உள்ளன.

உயிரினத் தொடர்ச்சியின் செயல்முறை:- இதில் பல படிநிலைகள் உள்ளன.

I. வறிதாக்கம் (Nudation):-

எந்த உயிரியும் இல்லாமல் வெற்று நிலப்பரப்பு உருவாதல் வறிதாக்கம் எனப்படும். இப்பரப்பு நிலச்சரிவு, அரிப்பு, படிவு அல்லது பிற பேரழிவுகளால் ஏற்படுகிறது.

வறிதாக்கம் ஏற்படுவதற்கான காரணங்கள்.

(அ) இயற்கை நில அமைவு (Topography):-

நீர், காற்று மற்றும் புவியீர்ப்பு விசையால் ஏற்படும் மண் அரிப்பின் காரணமாக அங்கு வாழும் சமுதாயங்கள் மறைந்துவிடுகின்றன. மேலும் மணற்படிவு, மண் சரிவு, எரிமலை போன்ற காரணிகளிலும் வறிதாக்கம் ஏற்படுகின்றன.

(ஆ) தட்பவெப்பநிலை :-

பனிப்பாறைகள், வறட்சி, மழை, புயல் போன்றவைகளும் வறிதாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன.

(இ) உயிரியக் காரணிகள்:-

காடுகளும் புல்வெளிகளும் தொழிற்சாலைகள் அமைக்கவும் விவசாயத்திற்கும், குடியிருப்புகள் ஏற்படுத்தவும் மனிதனால் அழிக்கப்பட்டன. மேலும் பூஞ்சைகள், வைரஸ், போன்றவை ஏற்படுத்திய கொள்ளை நோய்களால் மொத்த உயிரித்தொகையும் அழிக்கப்பட்டது.

II. ஆக்கிரமிப்பு அல்லது எல்லை கடப்பு (Invasion):-

இது ஒரு வெற்று நிலப்பரப்பில் ஒரு சிற்றினம் வெற்றிகரமாக நிலைப்படுத்தப் படுதல் ஆகும். இதில் பிற நிலப்பரப்பில் இருந்து புதிய இடத்திற்கு உயிரினங்கள் வந்து சேருகின்றன. இது மூன்று நிலைகளில் நடைபெறுகிறது.

அ. குடிப்பெயர்ச்சி (Migration) அல்லது பரவல் (Dispersal):-

விதைகள், ஸ்போர்கள் அல்லது பிற இனப்பெருக்க வித்துக்கள் வெற்றுநிலப்பரப்பை அடைதல் குடிப்பெயர்ச்சி எனப்படும். இது பொதுவாக காற்று மற்றும் நீர் போன்றவற்றால் நடைபெறுகிறது.

ஆ. நிறுவுதல் (Establishment):-

உயிரிகள் புதிய நிலப்பரப்பை அடைந்த பிறகு அங்குள்ள புதிய சூழலுக்கு ஏற்ப தகவமைத்துக்கொண்டு தன்னை நிலைநிறுத்திக் கொள்கிறது. இது குடிபுகல் (Ecesis) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இ. கூட்டுச்சேர்க்கை (Aggregation):-

குடிபுகுந்த பிறகு இனப்பெருக்கத்தின் காரணமாக உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதால் அவை கூட்டமாகச் சேர்ந்து வாழ்கின்றன. இது கூட்டுச்சேர்க்கை என்று அழைக்கப்படுகிறது.

III. போட்டி மற்றும் இணைச்செயல்பாடு (Competition and coaction):-

குறிப்பிட்ட அளவுள்ள இடத்தில் உயிரிகளின் எண்ணிக்கை உயர்வதால் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளுக்கிடையேயும் வேறுபட்ட இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளுக்கிடையேயும் உணவு மற்றும் இருப்பிடத்திற்காக 'போட்டி' உருவாகிறது. ஓர் இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகள் பிற உயிரிகளின் வாழ்வில் பல வழிகளில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. இது இணைச்செயல்பாடு (Coaction) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

IV. எதிர்வினை (Reaction):-

இது உயிரினத் தொடர்ச்சியின் முக்கிய நிலையாகும். உயிரினங்களின் தாக்கத்தால் சுற்றுச்சூழலில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் எதிர்வினை எனப்படும். எதிர்வினையின் விளைவாக மண், நீர் மற்றும் ஒளி நிலை, வெப்பம் போன்றவற்றில் மாற்றங்கள் ஏற்படும். இதனால் சுற்றுச்சூழலில் மாறுதல் ஏற்பட்டு அங்கு ஏற்கனவே வாழ்ந்துவரும் சமுதாயம் பிழைக்கஇயலாநிலையை அடைந்துவிடுகிறது. பின்னர் வேறொரு சமுதாயத்தால் அப்பரப்பு மாற்றீடு செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு ஒரு நிலப்பரப்பில் சமுதாயங்கள் ஒன்றை ஒன்று மாற்றீடு செய்தல் 'உயிரினத்தொடரி' (Sere) என்று அழைக்கப்படுகிறது. உயிரினத்தொடரியை ஏற்படுத்தும் சமுதாயங்கள் உயிரினத்தொடரிச்சமுதாயங்கள் (Seral communities) அல்லது உயிரினத்தொடரி நிலை (Seral stage) அல்லது வளர்ச்சி நிலை (Development stage) என்று அழைக்கப்படுகிறது. அதிக ஆற்றலும், குறைந்த உணவூட்டத் தேவையும் கொண்ட முன்னோடி உயிரினங்கள் அளவில் சிறியதாகவும் குறைவான சுற்றுச்சூழல் தேவை கொண்டதாகவும் இருக்கின்றன.

V. நிலைநிறுத்தம் (Stabilisation) (Climax):-

முடிவில், கடைசிச் சமுதாயம், நீண்ட காலத்திற்குத் தன்னை நிலைநிறுத்திக் கொண்டு அப்பகுதியின் தட்பவெப்பநிலைக்கேற்ப தன்னைத் தகவமைத்துக் கொள்கிறது. மாற்றீடு செய்யப்படாத அக்கடைசிச் சமுதாயம் 'உச்சநிலைக் சமுதாயம்' (Climax community) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

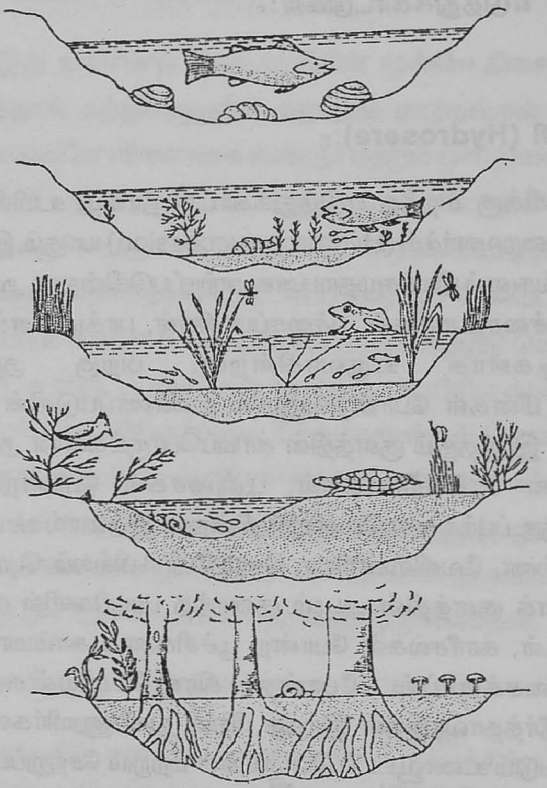
சுற்றுச்சூழல் அறிவியலாளர்கள் (கிளீசன் 1929 போன்றோர்) சிலர் பின்னடைவு உயிரினத்தொடர்ச்சி (Retrogressive succession) பற்றிக் குறிப்பிட்டுள்ளனர். இதில் உயிரினங்களின் அழிவுச்செயல்களால் பாதிக்கப்பட்ட சமுதாயத்தின் உயிரினத்தொடர்ச்சியானது சில சமயங்களில் பின்னோக்கிச் செலுத்தப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாகக் காடானது புதர்ச்சமுதாயமாக மாறி பிறகுப் புல்வெளி சமுதாயமாக மாறுகிறது. இது 'பின்னடைவு உயிரினத்தொடர்ச்சி' என்று அழைக்கப்படுகிறது.

உயிரினத் தொடர்ச்சியின் எடுத்துக்காட்டுகள்:-

எ.கா. 1.

நீர்வழிஉயிரினத் தொடர்ச்சி (Hydrosere):-

உயிரினத் தொடர்ச்சிக்கு சிறந்த எடுத்துக்காட்டு நீர்வழி உயிரினத் தொடர்ச்சி அல்லது நீர்வழிமுறைவளர்ச்சி (Hydrarch succession) யாகும். இதில் குளமும் அதிலுள்ள சமுதாயங்களும் நிலச்சமுதாயமாக மாற்றப்படுகின்றன. ஆரம்ப நிலையில் குளத்தில் நீலப்பச்சைப்பாசிகள், பச்சைப்பாசிகள், பாக்டீரியாக்கள் போன்றவை முன்னோடிகளாக உருவாகின்றன. பிறகு அவை விலங்குமிதவைஉயிரிகள், மீன்கள் போன்றவற்றால் உண்ணப்படுகின்றன. படிப்படியாக இந்த உயிரிகள் இறந்ததும் குளத்தின் கரிமப்பொருட்களின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. இதனை பாக்டீரியாக்கள், பூஞ்சைகள் போன்றவை பயன்படுத்திக்கொண்டு தாதுஉப்புக்களை வெளியிடுகின்றன. இதனால் ஊட்டம் பெறும் சேறானது ஹைடிரில்லா, வேலிஸ்னீரியா, செரட்டோஃபில்லம் போன்ற வேருள்ள நீர்த்தாவரங்களைக் குளத்தின் ஆழம் குறைந்த பகுதிகளில் வளர உதவுகிறது. இங்கு தும்பிகள், காரீசல்கள் போன்ற பூச்சிகளும் காம்மாரஸ், டாஃப்னியா, சிப்ரிஸ், சைக்ளாப்ஸ் போன்ற கிரஸ்டேஷியன்களும் வாழத்தொடங்குகின்றன. நீர்த்தாவரங்கள் இறந்த பிறகு நுண்ணுயிர்களால் சிதைக்கப்பட்டு வெளியிடப்படும் உணவூட்டப் பொருட்கள் மற்றும் சேற்றுப்படிவு (Silting) களால் குளத்தின் ஆழம் குறைகிறது. பிறகு குளத்தின் ஓரங்களில் தாமரை, அல்லி போன்ற தாவரங்கள் வளர்கின்றன. ஹைடிரா, தவளைகள், நத்தைகள், வண்டுகள் மற்றும் மிதக்கும் தாவரங்களின் இலைகளின் கீழ்ப்பரப்பைப் பயன்படுத்தும் பூச்சிகள் போன்றவை வளர ஆரம்பிக்கின்றன. சில ஆமைகள், பாம்புகள் போன்றவை குளத்தில் நுழைகின்றன. நீர் ஆவியாவதாலும் மற்றும் கரிமப்பொருட்களின் படிவாக்கத்தினாலும் குளத்தின் ஆழம் படிப்படியாகக் குறைகிறது. ஆனால் குளத்தின் உணவூட்ட அளவு அதிகரிக்கிறது. இதனால் ஆஸொல்லா, லெம்னா, பிஸ்டியா, உல்ஃபியா, ஸ்பைரோடெல்லா போன்ற மிதக்கும் தாவரங்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கின்றது. இந்நிலையில் குளமானது ஒரு சதுப்பு நில சூழ்நிலை மண்டலமாக உருவாகியிருக்கும். நாணல்கள் மற்றும் கோரைப்புற்கள் போன்றவை குளத்தை ஆக்கிரமிக்கும். படிப்படியாக நிலத்தாவரங்களான புதர்கள் மற்றும் மரங்கள் குளத்தை ஆக்கிரமித்து வளர்ந்து கடைசியில் உச்சநிலைச் சமுதாயம் (Climax community) உருவாகிறது.



நீர்வழி உயிரின தொடர்ச்சி

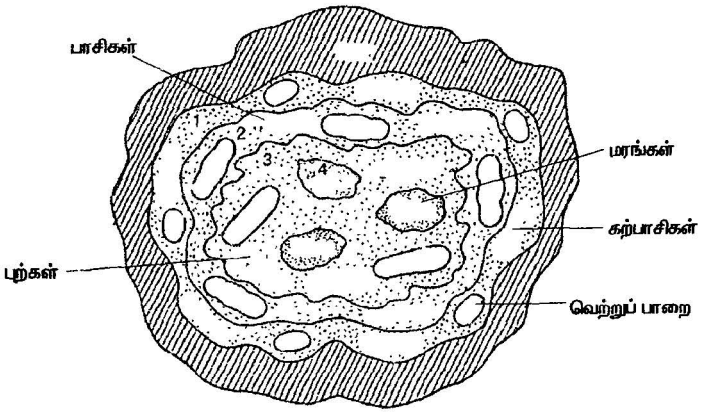
உயிரினத் தொடர்ச்சியின் கடைசியில் நிலைபெறும் சமுதாயம் உச்சநிலைச் சமுதாயம் (climax community) எனப்படுகிறது. எனினும் உச்ச நிலைச் சமுதாயத்தில் ஏற்ற இறக்கங்கள் ஏற்படுகின்றனன ஒரு உச்சநிலைச் சமுதாயம் நிலைத்திருக்க வேண்டுமெனில் பிறப்புவிகிதம் மற்றும் இறப்புவிகிதம், இனப்பெருக்கத்தால் பெருகும் புதிய உயிரிகள். இறப்பால் வெளியேற்றப்படும் உயிரிகள் ஆகியவற்றுக்கிடையே சமநிலை நிலவவேண்டும். இச்சமநிலை உள்ளிழுக்கப்படும் மற்றும் வெளியிடப்படும் பொருட்கள் மற்றும் ஆற்றல் போன்றவற்றிலும் இருக்க வேண்டும். இதுபோன்ற மாறாத்தன்மையானது (constancy) இயக்கசமநிலை (dynamic equilibrium) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

ஒரு நீரோடையில் உள்ள மடுவை (pool) எடுத்துக்காட்டாகக் கொண்டு உச்சநிலைக் கருத்தினை (climax concept) விளக்கலாம். மடுவின் வழியாக நீர் செல்லும்போது மடுவினுள் நுழையும் நீரின் அளவும் வெளியேறும் அளவும் சமமாகக்

இருக்கும். அதே நேரம் மடுவானது சீருறுதி நிலையில் (steady state) அதாவது மாறாநிலையில் இருக்கும்.

எ.கா. 2. வறண்ட நில உயிரினச் சமுதாயங்கள் (Xerosere):-

வறண்டநிலை உயிரினத் தொடர்ச்சி கீழ்க்கண்டவாறு வரிசைப்படுத்தப்படுகிறது.



1. கற்பாசி நிலை (lichen stage):-

வெற்றுப்பாறை நிலப்பரப்புகளில் கடும் சூரிய வெப்பத்தாலும், தண்ணீர்ப்பற்றாக்குறையாலும் சில எளிய உயிரினங்கள் முன்னோடிகளாக வளர்கின்றன. இவை மழைக்காலங்களில் அதிக அளவு நீரை உறிஞ்சி வேகமாகப் பரவுகின்றன. இவை 'கிரஸ்டோஸ் கற்பாசிகள்' (Crustose lichens) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவ்வகைக் கற்பாசிகள் பாறைகளின் மேல் செயல்பட்டு அவற்றை மெதுவாக அழிப்பதால் மண் உருவாகிறது. ஓரளவு மண் உருவானதும் பெரிய உடலத்தைக் கொண்ட உயர்நிலைக் கற்பாசிகள் உருவாகின்றன. இவை கிரஸ்டோஸ் கற்பாசிகளின் மேல் வளர்ந்து அவற்றை அழிப்பதால் மேலும் மேலும் இலைமக்கு தேங்கி படிப்படியாக மெல்லிய மண் அடுக்கு உருவாகிறது. இதில் கற்பாசிகளுடன், கரையான்கள், சிலந்திகள் மற்றும் எறும்புகள் போன்றவை தோன்றத் தொடங்குகின்றன.

2. பாசி நிலை (Moss stage):-

பாறையின் மேல் வளரும் மென்மையான மண் பாலிடிரைக்கம் டார்டுல்லா மற்றும் கிரிம்மியா போன்ற வறண்ட நிலப்பாசிகள் பாறையின் மேல் வளர உதவுகிறது.

இவை வெற்றிகரமாக வளரத்தொடங்கியதும் கற்பாசிகளுடன் போட்டியிடுகின்றன. இவை இறந்ததும் சிதைந்து மண்ணின் கரிம வளத்தை அதிகரிக்கின்றன.

3. பூண்டுச்செடிநிலை (Herbaceous stage):-

பாசிக்கம்பளம் விரிவடையத் தொடங்கியதும் காற்றின் வேகத்தால் மண்ணின் அளவு மேலும் அதிகரிக்கிறது. தாவரங்கள் மடிந்தபின் சிதைக்கப்படுவதால் தாதுஉப்புக்களின் அளவும் அதிகரிக்கிறது. இதனால் ஓராண்டுத் தாவரங்களும் (annuals) பின்னர் ஈராண்டுப் பயிர்களும் (biennials) கடைசியில் பல்லாண்டுப் புற்களும் (perennial grasses) தோன்றுகின்றன.

4. புதர்நிலை (shrub stage):-

சுற்றுச்சூழல் மேலும் மாறுபாடு அடைந்து புதர்ச்செடிகளும் கருவேலமரம், காட்டுக்கருவை மற்றும் இலந்தை போன்ற மரங்களும் வளர்கின்றன.

5. உச்சநிலைக் காடுகள் (Climax forest):-

புதர்ச்செடிகள் ஆக்கிரமித்ததும் மேலும் மேலும் மண் உருவாகி சுற்றுச்சூழலின் ஈரப்பதம் அதிகரிக்கின்றது. இது பெருமரங்களின் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறது. முதலில் இம்மரங்கள் வளர்ச்சிக் குன்றியும் ஆங்காங்கேயும் வளர்கின்றன. கடைசியில் உச்சநிலை காட்டுச் சமுதாயம் உருவாகின்றது. இச்சமுதாயம் முடிவில்லாது தொடர்ந்து நிலைபெறுகிறது.

உயிரினத் தொடர்ச்சியின் கொள்கைகள்:-

1. ஒற்றை உச்சநிலைக் கொள்கை (Monoclimax theory):-

இக்கொள்கை அமெரிக்க அறிவியலாளரான ஃப்ரெடெரிக் கிளெமென்ட்ஸ் (Frederick Clements) என்பவரால் 1916ம் ஆண்டு முன்வைக்கப்பட்டது. இதன்படி "ஒரு குறிப்பிட்ட தட்பவெப்ப நிலையில் அல்லது புவியியல் பகுதியில் ஒரே ஒரு உச்சநிலை சமுதாயம் மட்டுமே காணப்படும்" எனினும் இயற்கை நில அமைப்புக் கோளாறுகளாலும் ஒரு தட்பவெப்ப மண்டலத்தில் உள்ள பல்வேறு மண் வகைகளாலும் உச்சநிலைசமுதாயங்களோடு பிற சமுதாயங்களும் காணப்படுகின்றன. இவை துணைச் சமுதாயங்கள் (Subordinate communities) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

2. பல்லுச்சநிலைக் கொள்கை (Polyclimax theory):-

நிக்கோலஸ், சாம்பியன் மற்றும் போர் (Nicholas, Champion and Bore) போன்ற ஐரோப்பிய அறிவியலாளர்கள் இக்கொள்கையை வெளியிட்டனர். இக்கொள்கையின்படி ஒரு குறிப்பிட்ட தட்பவெப்பநிலை மண்டலம் அல்லது புவியியல் பகுதியில் பல வேறுபட்ட உச்சநிலைச் சமுதாயங்கள் காணப்படுகின்றன.

3. உச்சநிலைப் பாங்கக்கொள்கை (Climax pattern theory):-

இக்கொள்கை விட்டேக்கர் (1963) (Whittaker 1963), மாக்இன்டாஷ் (1958) (Mc Intosh 1958) மற்றும் செல்லெக் (Selleck 1960) ஆகியோரால் வெளியிடப்பட்டது. இக்கொள்கையின்படி ஒரு சமுதாயத்தின் அமைப்பும் பண்புகளும் அச்சூழ்நிலை மண்டலத்தின் அனைத்துக் காரணிகளாலும் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. எனவே உச்ச நிலைச் சமுதாயங்கள் அந்நிலப்பரப்பில் உள்ள விலங்குகள், தாவரங்கள், மண் மற்றும் தட்பவெப்பநிலை போன்ற காரணிகளுடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட தாவரத்தின் விதைகள் சரியாகப் பரவவில்லை எனில் அத்தாவரம் வாழ இயலாது. விலங்குகளின் உணவாக அமையும் தாவரம் இல்லையெனில் விலங்குகள் வாழ முடியாது.

அத்தியாயம் – 5

உயிரிய நில வேதிய சுழற்சிகள் (Biogeochemical cycles)

புரோட்டோபிளாசத்தில் உள்ள வேதியியல் தனிமங்கள் உள்ளிட்ட அனைத்து முக்கியமான தனிமங்களும் சிறப்பு வழிகளில் சுற்றுச்சூழலிருந்து உயிரியையும் பின்னர் உயிரியிலிருந்து சுற்றுச்சூழலையும் அடைந்து பூமியில் சுழன்றுவருகின்றன. ஏறக்குறைய வட்டவடிவமான் இவ்வழியானது உயிரிய நில வேதிய சுழற்சிகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. உயிரிகளுக்குத்தேவையான இந்தத் தனிமங்கள் மற்றும் கனிம கூட்டுப்பொருட்களின் இயக்கம் ஊட்டப்பொருட்களின் சுழற்சி என்று அழைக்கப்படுகிறது. உயிரியநிலவேதிய சுழற்சிகளில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன.

1. வளிமச் சுழற்சி (Gaseous cycle)

2. படிவுச் சுழற்சிகள் (Sedimantary cycles).

கார்பன், நைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் போன்ற தனிமங்கள் வளிமண்டலத்தில் பெருமளவில் இருப்பதால் அவற்றில் ஏற்படும் குலைவுகள் சீக்கிரத்தில் தாமாகவே சரிசெய்யப்பட்டுவிடும். ஆக்ஸிகரணம் அல்லது எரித்தல் போன்றவற்றால் உற்பத்தியாகும் Co_2 துரிதமாகக் காற்றின் இயக்கத்தால் கலைக்கப்பட்டு அடித்துச் செல்லப்படுகிறது. மேலும் அதிகமாக உற்பத்தியாகும் Co_2 தாவரங்களால் உட்கவரப்படுதல் மட்டுமின்றி கடலில் கார்பனேட்டுகளாக மாற்றப்படுகின்றன. எனவே வளிம வகைச் சுழற்சிகள் 'முழுமையான சுழற்சிகள்' (Perfect or complete) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. மாறாகக் கந்தகம் மற்றும் இரும்பு போன்ற தனிமங்கள் பொதுவாகச் செயலற்ற நிலையில் பூமியின் மேல்தட்டில் (earth crust) காணப்படுகிறது. எனவே படிவாக்க சுழற்சிகள் முழுமையற்ற சுழற்சிகள் (Incomplete or Imperfect cycles) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

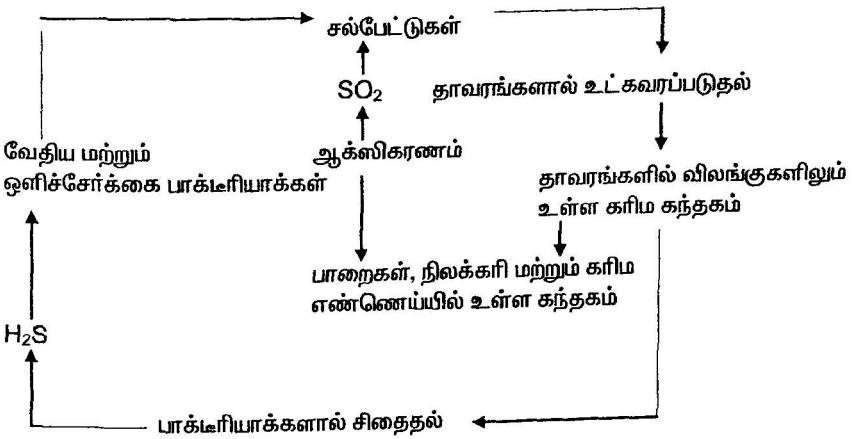
படிவாக்கச் சுழற்சிகள் (Sedimentary cycles):-

உயிரிகள் தமக்குத் தேவையான கனிமங்களை முதலில் கனிம ஆதாரவளங்களில் இருந்து பெறுகின்றன. கனிமச்சுழற்சிகள் ஒவ்வொரு

தனிமத்திற்கும் அடிப்படையில் வேறுபட்டாலும் அவற்றில், இரண்டு நிலைகள் உள்ளன. 1. உப்பு கரைசல் நிலை (Salt – Solution phase) 2. பாறை நிலை (Rock phase). கனிம உப்புக்கள் பூமியின் மேலடுக்கு சிதைவடைவதால் (weathering) உருவாகிறது. இதன் பிறகு கரையும் தன்மையுடைய உப்புக்கள் நீருடன் சேர்ந்து மண்ணின் வழியாக நீரோடைகளையும் ஏரிகளையும் அடைந்து கடைசியில் கடலை அடைகின்றன. பிற உப்புக்கள் பூமியின் மேலடுக்கிற்குப் படிவாக்கத்தின் மூலம் திரும்புகின்றன. இவை உப்பளங்கள், வண்டல்கள் மற்றும் கற்சுண்ணாம்புகள் (lime stone) போன்றவற்றுடன் இணைகின்றன. கால ஓட்டத்தில் இவை சிதைவடையும் போது மீண்டும் சுழற்சியில் நுழைகின்றன.

தனிமங்களின் தன்மைக்கேற்ப பலவகையான படிவாக்கச்சுழற்சிகள் உள்ளன. அவற்றில் கந்தகம் மற்றும் பாஸ்பரஸ் ஆகிய இரண்டு சுழற்சிகளும் சுற்றுச்சூழல் முக்கியத்துவம் உள்ளவை.

கந்தக சுழற்சி:-



கந்தகமானது புரதம் மற்றும் அமினோ அமிலம் போன்றவற்றின் இன்றியமையாத பகுதியாகும். இது தனிம கந்தகம் (elemental sulphur), சல்ஃபைடுகள் (Sulphides), சல்ஃபர் மோனாக்ஸைடு, சல்ஃபைட் (sulphite) மற்றும் சல்பேட் போன்ற பல்வேறு அமைப்புகளில் இயற்கையாக கிடைக்கின்றது. இவற்றில் தனிம கந்தகம், சல்ஃபைடுகள் மற்றும் சல்ஃபேட்டுகள் ஆகிய மூன்றும் முக்கியமானவை.

கந்தகச் சுழற்சியில் வாயுநிலை மற்றும் படிவாக்கநிலை ஆகிய இரண்டு நிலைகளும் உள்ளன. படிவாக்க நிலையானது நீண்ட காலம் நடைபெறுகிறது. இதில்

உள்ள கந்தகமானது கரிம மற்றும் கனிமப் படிவுகளுடன் பிணைக்கப்படுகிறது. காலப்போக்கில் இப்படிவுகள் சிதைவடையும்போது கந்தகம் வெளியிடப்படுகிறது. இவ்வாறு வெளியிடப்படும் கந்தகம் உப்புக் கரைசலாக தரை மற்றும் நீர்ச் சூழ்நிலை மண்டலத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. புதைவடிவ எரிபொருட்களை எரிப்பதாலும் எரிமலைகள் வெடிப்பதாலும் உயிரியப் பொருட்கள் சிதைவதால் வெளியேறும் வாயுக்களாலும் கந்தகமானது வளிமண்டலத்தில் நுழைகிறது. முதலில் ஹைடிரஜன் சல்பைடாக வளிமண்டலத்தில் நுழைந்த கந்தகம் துரிதமாக ஆக்ஸிகரணம் அடைந்து சல்ஃபர்டைஆக்ஸைடு (So_2) என்னும் வாயுவாக மாறுகிறது. நீரில் கரையக்கூடிய சல்ஃபர் டை ஆக்ஸைடானது மழைநீரில் கரைந்து கந்தக அமிலமாக (H_2So_4) மீண்டும் பூமியை அடைகிறது. இவ்வாறு கரைந்த நிலையில் இருக்கும் கந்தகம் தாவரங்களின் வேர்கள் வழியாக உறிஞ்சப்பட்டுத் தாவரங்களின் கரிம மூலக்கூறுகளான சில அமினோ அமிலங்கள் (eg. சிஸ்டைன்) மற்றும் புரதங்களுடன் இணைகின்றன. பின்னர் உற்பத்தியாளரான தாவரங்களில் இருந்து நுகர்வோரான விலங்குகளின் உடலுக்குக் கந்தகம் மாற்றப்படுகிறது. விலங்குகளில் அதிகப்படியான கந்தகம் மலத்துடன் வெளியேற்றப்படுகிறது.

உயிரிகளின் கழிவுநீக்கத்தின் வழியாகவும், இறந்த பிறகும் கந்தகம் மீண்டும் மண், குளங்கள், ஏரிகள் மற்றும் கடல் ஆகியவற்றை அடைகின்றது. அங்கு இந்தக் கரிமப் பொருட்கள் மட்கும் பொருளிலுள்ள பாக்டீரியாக்கள் மூலம் சிதைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு சிதைக்கப்படும் போது அமினோ அமிலத்திலுள்ள சல்ஃப்ஹைடிரில் தொகுதியானது (-SH) ஆஸ்பர்ஜில்லஸ், நியூரோஸ்போரா போன்ற பூஞ்சைகளாலும் பாக்டீரியாக்களாலும் ஹைடிரஜன் சல்ஃபைடாக மாற்றப்பட்டு அமினோ அமில மூலக்கூறிலிருந்து பிரிக்கப்படுகிறது. ஆக்ஸிஜன் உள்ள சூழலில் (Aerobic environment) ஹைடிரஜன் சல்ஃபைடானது பாக்டீரியாக்களால் சல்ஃபேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. சில சிறப்புத் தகவமைப்புகளைக் கொண்ட பாக்டீரியாக்கள் இம்மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றன.

$$H_2S + 2O_2 \rightarrow SO_4^{=} + 2H^+$$

இவ்வாறு உற்பத்திசெய்யப்படும் சல்ஃபேட் மீண்டும் தன்னூட்ட உயிரிகளால் (Autotrophs) பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆக்ஸிஜன் அற்ற சூழல்களில் ஹைடிரஜன் சல்ஃபைடை இவ்வாறு மாற்ற இயலாது. ஆனால் அகச்சிவப்பு கதிரியக்கம் (infrared radiation) இச்சூழ்நிலைகளில் இருந்தால், ஒளிச்சேர்க்கை பாக்டீரியாக்கள் (photosynthetic bacteria) அவற்றைப் பயன்படுத்தி கார்போ ஹைடிரேட்டுகளைத் தயாரிக்கின்றன. மேலும் சல்ஃபைடை ஆக்ஸிகரணம் செய்து தனிம கந்தகமாகவோ அல்லது சல்பேட்டாகவோ மாற்றுகின்றன.

$$6CO_2 + 12\,H_2S + h\nu \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12\,S$$

$$6CO_2 + 12\,H_2O + 3H_2S + h\nu \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 3SO_4^{=} + 6H^{+}$$

ஆக்ஸிஜன் உள்ள சூழலில் மற்ற பாக்டீரியாக்கள் தனிம கந்தகத்தைப் பயன்படுத்தி சல்ஃபேட்டை உருவாக்குகின்றன.

$$2S + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2SO^{=}_4 + 4H^{+}$$

ஆக்ஸிஜன் அற்ற சூழலில் தனிம கந்தகமானது சில பாக்டீரியாக்களால் ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்பட்டு சல்பேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.

பாக்டீரியாக்களால் நடத்தப்படும் இந்த வேதிவினைகள் அனைத்தும் மீள் வினைகளாகும் (reversible reactions). இதே பாக்டீரியாக்கள் சல்பேட்டுகளை சல்ஃபைடுகளாகவோ அல்லது தனிம கந்தகமாகவோ மாற்றுகின்றன.

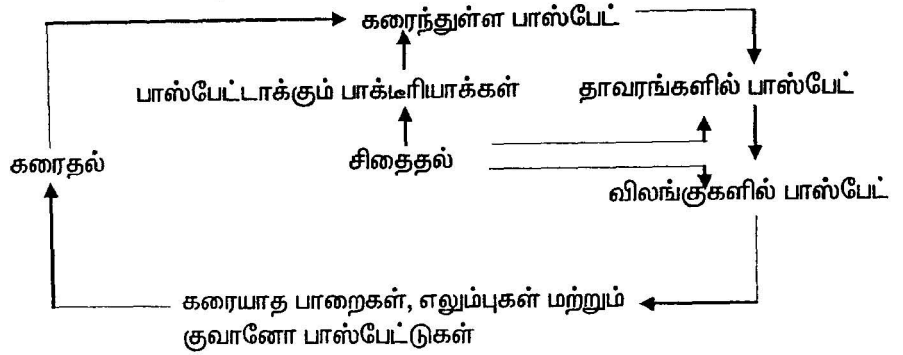
தனிம கந்தகம் கரையாத தன்மையுடையது. எனவே அவை தேக்கமடைந்து படிகின்றன. இப்படிவுகளில் இரும்பு மூலக்கூறுகள் இருந்தால் அவை சல்ஃபைடுடன் இணைந்து கரையாத இரும்பு சல்பைடாக மாற்றப்படுகிறது. இவை சேற்றிலும் ஈரமண்ணிலும் நிலைபெறுகின்றன. சில இரும்பு சல்ஃபைடுகள் நிலக்கரிப்படிவுகளுக்கு மேல் உள்ள படிவுப்பாறைகளில் சேருகின்றன. சுரங்கம் தோண்டும் போது காற்றுப்பட்டவுடன் இரும்பு சல்பைடானது நீருடன் சேர்ந்து இரும்பு சல்பேட்டாகவும் கந்தக அமிலமாகவும் மாறுகிறது.

$$2FeS_2 + 7O_2 + 2H_2O \rightarrow 2FeSO_4 + 2H_2SO_4$$

$$12FeSO_4 + 3O_2 + 6H_2O \rightarrow 4Fe_2(SO_4)_3 + 4Fe(OH)_3$$

இவ்வாறு கந்தகப் பாறைகளில் (pyrite rock) உள்ள கந்தகமானது மனிதர்களின் செயல்பாடுகளால் திடீரென வெளிப்படுத்தப்படும்போது கந்தகம், கந்தக அமிலம், இரும்பு சல்பேட் மற்றும் இரும்பு ஹைடிராக்ஸைடு போன்றவற்றை நீர் சூழ்நிலைமண்டலங்களில் வெளியிடுகிறது. இப்பொருட்கள் நீர்வாழ் உயிரிகளை அழித்து நீரை அமிலத்தன்மையுடையதாக மாற்றுகின்றன.

பாஸ்ஃபரஸ் சுழற்சி:–



பாஸ்பரஸ் சுழற்சியில் வளிமண்டல நிலை (atmospheric phase) கிடையாது. இது இயற்கையில் பாஸ்பேட்டாகவும் (Po_4^-) பாஸ்பேட்டின் நேரிணையான HPo_4^-, $H_2PO_4^-$ போன்றவையாகவும் கரையக்கூடிய கனிம மற்றும் கரிம பாஸ்பேட்டுகளாகக் (organic and inorganic phosphate), கிடைக்கின்றன. பாஸ்பேட்டுகள் படிகப்பாறைகளில் (crystalline rocks) அதிகம் கிடைக்கின்றன. இப்பாறைகள் அரிக்கப்பட்டுச் சிதைக்கப்படுவதால் உயிரிகளுக்கு பாஸ்பேட்டுகள் அயனிகளாகக் கிடைக்கின்றன. இவை தாவரங்களால் உறிஞ்சப்பட்டு தாவரத் திசுக்களில் கரிம பாஸ்பேட்டுகளாக இணைகின்றன. தாவரங்களில் இருந்து மேய்ச்சல் உணவுச்சங்கிலி மூலம் (grazing food chain) விலங்குகளின் உடலை அடைகின்றன. விலங்குகளும் தாவரங்களும் இறந்தபின் நுண்ணுயிர்களால் சிதைக்கப்பட்டு மண்ணில் இணைகின்றன. மேலும் காட்டுத்தீ மற்றும் புல்வெளித் தீ போன்றவற்றாலும் பாஸ்பேட்டுகள் சுற்றுச்சூழலில் விடப்படுகின்றன. மட்கும் உணவுச் சங்கிலியில் (detritus food chain) பாஸ்பேட்டுகளைக் கொண்டபெரிய கரிமமூலக்கூறுகள் சிதைக்கப்பட்டு கனிம பாஸ்பேட் அயனிகளாக வெளியிடப்படுகின்றன. இவை உடனடியாக தன்னூட்ட உயிரிகளால் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றன. அல்லது தரைசூழ்நிலை மண்டலத்தில் மண்துகளிலோ அல்லது நீர்ச் சூழ்நிலை மண்டலத்திலோ படிவுத்துகள்களாக (Sediment particle) இணைகின்றன. பாஸ்பரஸ் சுழற்சியின் படிவுநிலையானது கரிமநிலையுடன் ஒப்பிடுகையில் மெதுவாக நடைபெறுகிறது.

பயன் குறைவுத்தனிமங்களின் சுழற்சி
(cycling of Non essential elements):-

பயன்குறைவுத்தனிமங்கள் பிற தனிமங்களைப் போலவே உயிரிகளுக்கும் சுற்றுச்சூழலுக்கும் இடையே மாறிமாறிக் கடத்தப்படுகின்றன. இவற்றில் பல

தனிமங்கள் உயிரிகளுக்கான முக்கியத்துவம் பெற்றிருக்கவில்லையென்றாலும் படிவாக்கச் சுழற்சிகளில் பங்கேற்கின்றன. சில அத்தியாவசியத் தனிமங்களுடன் இந்த பயன் குறைவுத் தனிமங்கள் வேதியியல் அமைப்பில் ஒத்திருப்பதால் சில குறிப்பிட்ட திசுக்களில் செறிவடைந்து காணப்படுகின்றன. இத்தனிமங்களுக்கு உயிரிகள் தம்மைத் தகவமைத்துக் கொண்டுவிட்டதால் சூழ்நிலைமண்டலங்களில் காணப்படும் பல பயன்குறைவுத் தனிமங்கள் மிகக்குறைந்த விளைவுகளையே ஏற்படுத்துகின்றன. எனவே சூழ்நிலையாளர்கள் இப்பயன்குறைவுத் தனிமங்களின் மேல் ஆர்வம் காட்டவில்லை. ஆனால் சுரங்கங்கள் மற்றும் தொழிற்சாலைக் கழிவுகளில் பாதரசம், காரீயம் போன்ற பல நச்சுப்பொருட்கள் அதிக அளவில் உள்ளன. மேலும் அணுகுண்டுகள் மற்றும் அணுக்கரு ஆற்றல் செயல்பாடுகளால் உருவாகும் பயன்குறைவுத்தனிமங்களின் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் சுற்றுச்சூழலில் நுழைகின்றன. எனவே அனைத்துச் சுழற்சிகளையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டிய அவசியம் சூழ்நிலையாளர்களுக்கு ஏற்பட்டுள்ளது. மிக அரிதான தனிமமாக இருந்தாலும் கூட அவை நச்சுத்தன்மை அதிகமாக உள்ள உலோகக்கூட்டுப்பொருள் நிலையிலோ அல்லது கதிரியக்க ஐசோடோப் நிலையிலோ இருந்தால் உயிரியல் முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. ஏனெனில் சிறிதளவு கதிரியக்கப்பொருள் அல்லது நச்சுப்பொருள் கூட குறிப்பிடத்தக்க அளவில் உயிரியல் விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

எடுத்துக்காட்டு.

ஸ்ட்ரான்ஷியம் மனிதர்களுக்கும் பிற முதுகெலும்பிகளுக்கும் ஆபத்தை விளைவிக்கக்கூடிய கதிரியக்கப் பொருளாகும். ஸ்ட்ரான்ஷியம் கால்ஷியத்தைப் போலச் செயல்படுவதன் விளைவாக கதிரியக்க ஸ்ட்ரான்ஷியமானது இரத்தம் உற்பத்தி செய்யும் திசுக்களில் நுழைந்து கதிரியக்க பாதிப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன. சுற்றுச்சூழலில் கதிரியக்கம் ஏற்படுத்தும் பாதிப்புகள் பற்றி 'சுற்றுச்சூழல் மாசுபாடு' பகுதியில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளதால் இந்த அத்தியாயத்தில் கால்ஷியம் சுழற்சியில் ஸ்ட்ரான்ஷியத்தின் தொடர்பு பற்றி விவரிக்கப்படுகிறது.

படிவாக்க சுழற்சியை உருவாக்கும் தனிமங்களில் கால்ஷியமும் ஒன்று. இது ஆறுகளுடன் அடித்துச்செல்லப்பட்டுக் கற்சுண்ணாம்பாக படிகிறது, மலைத்தொடர்களில் பெருகுகிறது. மீண்டும் ஆறுகளால் அடித்துச்செல்லப்படுகிறது. ஆறுகளில் நீருடன் ஓடிவரும் படிவுப்பொருட்களில் 7% கால்ஷியமாகும். ஒவ்வொரு 1000 கால்ஷியம் அணுக்களுடன் 2–4 ஸ்ட்ரான்ஷியம் அணுக்கள் கடலுக்குள் செல்கின்றன. அணு ஆயுதச்சோதனைகள்

அணு ஆற்றலைப் பயன்படுத்தும் தொழிற்சாலைகள் மற்றும் அணு ஆற்றல் பரிசோதனைகளின் விளைவாக உயிரியக் கோளத்தில் கதிரியக்க ஸ்ட்ரான்ஷியம் பரவுகின்றது. யுரேனியத்தைப் பிளப்பதன் விளைவாகத்தான் ஸ்ட்ரான்ஷியம் உருவாகிறது. எனவே இந்த ஸ்ட்ரான்ஷியமானது உயிரியக் கோளத்தில் புதிதாகச் சேர்க்கப்பட்டதாகும். இவ்வாறு சுற்றுச்சூழலில் கதிரியக்க ஸ்ட்ரான்ஷியம் சேர்க்கப்பட்டுவிட்டதால் கால்ஷியத்துடன் சிறிதளவு ஸ்ட்ரான்ஷியமும் மண் மற்றும் நீரிலிருந்து தாவரங்களில் நுழைகின்றன. பின்னர் அத்தாவரங்களை உண்ணும் விலங்குகளின் உடலை அடைந்து உணவின் மூலம் மனிதர்களின் எலும்பு போன்றவற்றை அடைகின்றன. மனிதர்களின் உடலில் ஒரு கிராமில் 1–8 பைக்கோகியூரிகள் (picocuries) ஸ்ட்ரான்ஷியம் காணப்படுகிறது என்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது. புற்றுநோயை உருவாக்குவதில் கதிரியக்கஸ்ட்ரான்ஷியத்தின் பங்கு குறித்து சில அறிவியலாளர்கள் ஆராய்ந்ததில் இந்த அளவு ஸ்ட்ரான்ஷியம் தீமையான விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன என்று குறிப்பிட்டுள்ளனர்.

கரிம ஊட்டப் பொருட்களின் சுழற்சி (Cycling of organic nutrients):-

சார்ந்துண்ணும் உயிரிகளுக்கும் சில தன்னூட்ட உயிரிகளுக்கும் வைட்டமின்களும் பிற கரிம ஊட்டப்பொருட்களும் தேவைப்படுகின்றன. இவற்றை அவை தம் சுற்றுச்சூழலில் இருந்தே பெறுகின்றன. இந்தக் கரிம ஊட்டப்பொருட்கள் சுற்றுச்சூழலுக்கும் உயிரினங்களுக்கும் இடையே சுழல்கின்றன. நீர் மற்றும் மண் ஆகியவற்றில் உள்ள கரிம ஊட்டப்பொருட்கள் மிகக் குறைந்த அளவில் மட்டுமே காணப்படுவதால் இவை நுண்–நுண்ணூட்டப்பொருட்கள் (Micro-micronutrient) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. சிறப்புத் தன்மையுடைய நுண்ணுயிரிகளைப் பயன்படுத்தி உயிரியக்கணிப்பு அல்லது உயிரியப்பகுப்பாய்வின் (bioassay) மூலம் ஊட்டப்பொருட்களின் அடர்த்தியைக் கண்டறியலாம். கரிம ஊட்டப் பொருட்களின் சுழற்சியை வைட்டமின் B_{12} (கோபாலமைன்) சுழற்சி மூலம் கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

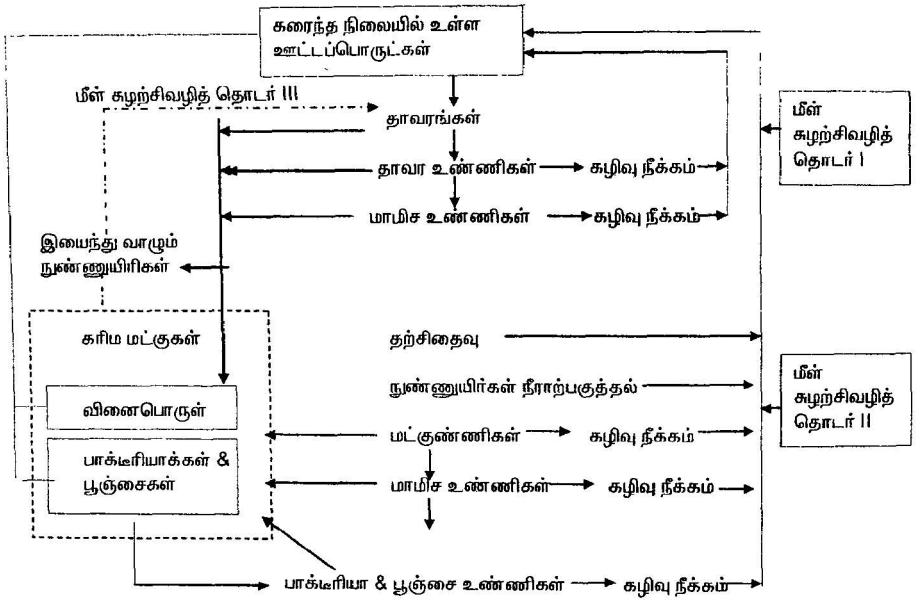
பெரும்பாலும் பாக்டீரியாக்கள் மூலம் B_{12} உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. எனினும் தன்னூட்டப் பாசிகள் நேரடியாகவோ அல்லது அவை இறந்த பிறகு வைட்டமின் உற்பத்தி செய்யும் பாக்டீரியாக்கள் வழியாகவோ B_{12}ஐ உற்பத்தி செய்கின்றன. விலங்குகள் குறிப்பாக பொசிவாற்றல் அதிகமுடைய செவுள்களைக் கொண்ட விலங்குகள் நேரடியாக வைட்டமின்களை உறிஞ்சிக் கொள்கின்றன. எனினும் பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் பாசிகள்தான் முதன்மை உபயோகிப்பாளர்கள்

ஆகும். களிமண், கரிம மற்றும் கனிம பொருட்கள், மட்கும் பொருட்கள் போன்ற உயிரற்ற துகள்கள் வைட்டமின் B_{12}ஐ அதிக அளவில் உறிஞ்சிக்கொள்ளுகின்றன. இவற்றை உண்ணும் உயிரிகள் வைட்டமின்களைப் பெறுகின்றன. இவ்வாறு வைட்டமின் மேற்குறிப்பிட்ட துகள்களில் இருந்து நீக்கப்படுதல் வைட்டமின் சுழற்சியை எந்த அளவு பாதிக்கும் என்பதும் இத்துகள்களுடன் வைட்டமின்கள் நிலையாக இணைக்கப்படுகின்றவா இல்லையா என்பதும் விடை தெரியாகக் கேள்விகளாக உள்ளன.

வைட்டமின் B_{12} போன்ற வளர்ச்சிக் காரணிகள் சுற்றுச்சூழல் முக்கியத்துவம் உள்ள பிற ஊட்டப் பொருட்களைப் போல செயல்படுகின்றன. கடற்கரையோர நீரில் இதன் செறிவு பொதுவாக 1 mµg / லிட்டர் என்ற அளவில் இருப்பதால் அங்கு இவ்வாறு நடைபெறுவதில்லை. ஆனால் புறக்கடல் (open sea) பகுதியில் 0.1 mµg / லிட்டரை விடக் குறைவாக இருப்பதால் மேற்குறிப்பிட்டவாறு வைட்டமின்கள் செயல்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சர்காஸ்ஸோ கடலில் (Sargasso sea) அளவிட முடியாத அளவுக்கு மிகக்குறைந்த அளவு வைட்டமின் B_{12} இருப்பதால், அதுதேவைப்படாத, மற்ற ஊட்டப்பொருட்கள் மிகக்குறைந்த அளவில் தேவைப்படுகிற கசையுயிரிகள் அங்கு அதிகம் வாழ்கின்றன. (மென்ஸெல் மற்றும் ஸ்பேத் 1962) Menzel and Spaeth).

தனிமங்களின் மறுசுழற்சி வழித்தொடர் (Recycling pathways of Elements):-

உணவுச் சங்கிலியில் உள்ள ஊட்டப்பொருட்களின் மறுசுழற்சியில் இரண்டு பெரும் வழித்தொடர்கள் உள்ளன. I. விலங்குகளின் கழிவுப்பொருட்களின் வழியாக மீளுதல். II. அழுகும் பொருட்களை நுண்ணுயிர்கள் சிதைத்தல் மூலம் மீளுதல். இந்த இரண்டு வழித்தொடர்களால் எந்த சூழ்நிலைமண்டலத்தில் வேண்டுமென்றாலும் செயல்பட இயலும் என்றாலும் வழித்தொடர் I ஆனது நுண்ணுயிர்கள் மற்றும் மேய்ச்சல் உணவுச்சங்கிலி மூலம் ஆற்றல் பாய்வு நடைபெறும் சமுதாயங்களில் சிறப்பாக அமைந்துள்ளது. வழித்தொடர் II ஆனது புல்வெளிகள், மிதவெப்ப மண்டலக்காடுகள் மற்றும் மட்கு உணவுச்சங்கிலி (detritus food chain) யின் மூலம் ஆற்றல் பாய்வு நடைபெறும் சமுதாயங்களில் சிறப்பாக அமைந்துள்ளது. மூன்றாவது வழித்தொடர் ஒன்றும் அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது. இதன்படி இணைந்து வாழும் (symbiotic) நுண்ணுயிரிகள் மூலம் ஒரு தாவரத்திலிருந்து மற்றொரு தாவரத்திற்கு நேரடியாக சுழற்சி நடைபெறுகிறது.



மறுசுழற்சியின் அடிப்படை வழித்தொடர்கள் படத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் பூஞ்சைகள் போன்றவை ஊட்டப்பொருட்களின் மறுவளர்ச்சியைத் (regeneration) துண்டுகின்றன என்று கருதப்படுகிறது. ஏனெனில் மிதவெப்ப மண்டல மண்ணில் மறு வளர்ச்சி வழித்தொடர் II ஓங்கிய நிலையில் காணப்படும். எனினும் ரிட்டன்பெர்க் 1963 (Rittenberg, 1963) மற்றும் ஜோகான்னஸ் 1964 (Johannes 1964) ஆகியோர் இக்கருத்தை மறுத்துள்ளனர். ஊட்டப் பொருட்களின் வளர்ச்சியில் பாக்டீரியாக்களின் முக்கியத்தவம் பற்றி விளக்கப்படவில்லை என ரிட்டன்பர்க் குறிப்பிட்டுள்ளார். நீரில், நைட்ரஜன் மற்றும் பாஸ்பரஸ் ஆகியவற்றின் மறுவளர்ச்சியானது மறுசுழற்சி I ல் குறிப்பிட்டவாறு விலங்குகள் கழிவு நீக்கத்தின் விளைவாக நடைபெறுகிறது. இதில் நுண் விலங்குமிதவையுயிரிகளின் (Micro – zooplankton) பங்கு மிகவும் முக்கியமானது என்று ஜோகான்னஸ் (1964) குறிப்பிட்டுள்ளார். சமீபத்திய அளவீடுகளின்படி விலங்குமிதவை உயிரிகள் இறந்த பிறகு அவற்றை நுண்ணுயிர்கள் சிதைப்பதால் கிடைக்கும் ஊட்டப் பொருட்களின் அளவைவிட அவை உயிருடன் இருக்கும்போது, தமது வாழ்நாளில் பல மடங்கு அதிக ஊட்டப் பொருட்களை வெளியிடுகின்றன. (1959, ரிக்லர் 1961, போமராய் (Harris 1959, Rigler 1961 & Pomeroy) மற்றும் அவரது குழுவினர்). இவை வெளியிடும் கழிவுப் பொருட்களில் பாஸ்பரஸ் மற்றும் நைட்ரஜன்

போன்றவற்றின் கரிம மற்றும் கனிமச் சேர்மங்கள் கரைந்த நிலையில் உள்ளன. இவற்றை பாக்டீரியாக்கள் மேலும் சிதைக்க வேண்டிய அவசியம் இல்லாததால் உற்பத்தியாளர்கள் நேரடியாகப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன.

வெப்பமண்டல மழைக்காடுகள் பற்றிய பரிசோதனையில் உடன்வாழ் பூஞ்சைகளாலும் பிற நுண்ணுயிரிகளின் தொடர்புகளாலும் ஒரு தாவரத்தில் இருந்து மற்றொரு தாவரத்திற்கு மீளும் மூன்றாவது வழித்தொடர் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இது வழித்தொடர் III என்று படத்தில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. கடைசியாக நுண்ணுயிர்களால் சிதைக்கப்படாத இறந்த தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளின் உடலிலிருந்து வெளியேறும் ஊட்டப்பொருட்கள் தற்சிதைவு (Antolysis) வழித்தொடர் என்று படத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. நீர்ச்சூழல் அல்லது ஈரமான இடங்களில் இறந்த உடல்களில் இருந்து 25 முதல் 75% ஊட்டப்பொருட்கள் பாக்டீரியாக்கள் சிதைக்கத்தொடங்கும் முன்பே வெளியேறிவிடுகின்றன என்று ஜோகான்னஸ் (1968) குறிப்பிட்டுள்ளார். எனவே தற்சிதைவு வழித்தொடரை நான்காவது வழித்தொடர் என்று குறிப்பிடலாம்.

அத்தியாயம் – 6

மாசுறுதல் – Pollution

முன்னுரை:–

சுற்றுச்சூழல் மாசுறுதல் என்பது மிகவும் ஆபத்தைத் தரக்கூடிய சூழ்நிலை நெருக்கடிகளில் ஒன்றாகும். பண்டைய இந்தியாவில் வாழ்ந்த முனிவர்கள் தற்போதைய கலியுகத்தில் மனிதர்களின் பாவத்தால் மனித இனமும் பூமியும் எதிர்காலத்தில் அழிந்துவிடும் என்று கணித்தனர். தொழில் வளர்ச்சியடைந்து வரும் நாடுகளின் பட்டியலில் உலகில் 7வது இடத்தில் உள்ள இன்றைய இந்தியாவில் சிறந்த உள்கட்டமைப்பு (Infrastructure) வசதிகளுடன் வேதியியல், அணுக்கரு ஆற்றல் (Nuclear energy) பெட்ரோலியம், பிளாஸ்டிக் (Plastic) உணவு மற்றும் பூச்சி மருந்து உற்பத்தி போன்ற தொழில்கள் நடைபெற்று வருகின்றன. அணுசக்தி மற்றும் அணுக்கரு ஆற்றல் (Nuclear energy) துறைகளில் ஏற்பட்டுள்ள அபரிதமான வளர்ச்சியால் சூழ்நிலையில் கதிரியக்கப் பொருட்களின் அளவு அதிகரித்துள்ளது. மேலும் பல்வேறு தொழிற்சாலைகளில் இருந்து உற்பத்தியாகும் கழிவுகளும் வாயுக்களும் தினமும் காற்றில் வெளியிடப்படுகின்றன. இதனால் சுற்றுச்சூழல் சீரழிவு எல்லை கடந்து மனிதன் உள்ளிட்ட உயிரிகளுக்கு தீங்கு விளைவிக்கின்றது. தொழிற்சாலைகளின் வளர்ச்சியின் விளைவாக சுவாசிக்கத் தகுதியில்லாத காற்று, குடிக்க தகுதியில்லாத நீர், உண்ணத் தகுதியில்லாத காய்கறிகள் போன்ற எச்சரிக்கைப் பலகைகளை இனி நாம் எங்கும் காண நேரலாம்.

தொழில் ரீதியாக வளர்ச்சியடைந்த நாடுகள் மட்டுமின்றி வளர்ந்து கொண்டிருக்கும் நாடுகளும் சுற்றுச்சூழல் மாசுபாட்டின் காரணமாகப் பாதிப்படைந்துள்ளன. வளர்ந்த நாடுகள் கழிவுகளை சுற்றுச்சூழலில் கொட்டிக்குவித்து உலகம் முழுவதையும் மாசடையச் செய்கின்றன. தீமை செய்யும் வாயுக்கள், குளோரோஃப்ளூரோகார்பன்கள், கதிரியக்க கழிவுகள் போன்றவை மட்டும் சுற்றுசூழலை மாசு படுத்துவதில்லை. நாம் தெருவில் கொட்டும் குப்பைகள், பாலிதீன் பைகள், உறைகள், காலி குளிர்பானக் குவளைகள் போன்றவையும் மாசுபடுத்துகின்றன.

தொடர்ச்சியான பொருளாதார வளர்ச்சி, ஆதார வளங்களை தவறாகக் கையாளுதல், மக்கள் தொகைப்பெருக்கம் போன்றவை சூழ்நிலை மீது மிகுந்த

தாக்கத்தை ஏற்படுத்தியுள்ளன. தற்போது நமது பூமியானது "நோயுற்ற கோள்" (Sick planet) என்ற நிலையை அடைந்து விட்டதால் அதற்கு உடனடியான நிவாரணம் தேவை.

சுற்றுச்சூழல் மாசுபாடு என்றால் என்ன?

Pollution என்னும் சொல் லத்தின் சொல்லான Pollutionem என்னும் சொல்லில் இருந்து வந்ததாகும். இதன் பொருள் அழுக்காக்குதல் என்பதாகும். மாசுறுதல் கீழ்கண்டவாறு பல்வேறு விதமாக வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

1) பொதுவாக மனிதனின் பல்வேறு செயல்பாடுகளின் காரணமாக சுற்றுச்சூழலில் அதிக அளவில் வெளியிடப்படும் கழிவுப் பொருட்களால் காற்று, நீர் மற்றும் மண் ஆகியவை மாசடைதல் சுற்றுச்சூழல் மாசுபாடு எனப்படும். இவ்வாறு வெளியிடப்படும் கழிவுகளால் உயிரியக் கோளத்தின் இயற்கை சூழ்நிலை மண்டலங்கள் தகர்க்கப்படுகின்றன.

2) ஈ.பி ஓடம் (Odum E.P) என்னும் அறிவியலாளர் கூற்றுப்படி மண் மற்றும் நீர் ஆகியவற்றின் இயற்பியல், வேதியியல் மற்றும் உயிரியல் பண்புகளில் ஏற்படும் விரும்பத்தகாத மாற்றங்களால் மனிதன் மற்றும் பிற உயிரிகளுக்கு ஏற்படும் தீமை மாசுறுதல் எனப்படும்.

3) மனிதனின் செயல்பாடுகளால் நம் சுற்றுச்சூழலில் ஏற்படும் விரும்பத்தகாத மாற்றங்கள் மாசுறுதல் எனப்படும்.

4) மனிதன் வேண்டுமென்றோ அல்லது தற்செயலாகவோ உருவாக்கிய கழிவுப்பொருட்களால் சுற்றுச்சூழல் கெட்டுப்போதல் மாசுறுதல் எனப்படும்.

5) சுற்றுச்சூழலின் இயற்கைக் கூட்டமைப்பு விலகிப் போதலும் அதன் விளைவாக உயிரினங்கள் பாதிக்கப்படுதலும் மாசுறுதல் எனப்படும்.

6) நீர், காற்று மற்றும் மண் ஆகியவற்றின் இயற்பியல், வேதியியல் மற்றும் உயிரியல் பண்புகளில் ஏற்படும் விரும்பத்தாகத மாற்றங்களின் விளைவாக மனிதர்கள், விலங்குகள் தாவரங்கள், தொழில் வளர்ச்சி, வாழ்க்கைத் தரம், மற்றும் பண்பாடு போன்றவை சீர்கேடு அடைதல் மாசுறுதல் எனப்படும் (தேசிய அறிவியல் கழகம் USA – 1966).

7) T.G மாக் லாஃப்ளின் (T.G.Mac Laughlin) என்னும் அறிவியலாளரின் கூற்றுப்படி மனிதனுக்கும் அவன் வாழும் சூழ்நிலைக்கும் நேரடியாகவோ

அல்லது மறைமுகமாகவோ தீமை விளைவிக்கும் கழிவுப்பொருட்களை சுற்றுச்சூழலில் வெளியிடுதல் மாசுறுதல் எனப்படும்.

8) எட்வர்டஸ் (1972) என்பவர் ஆரோக்கியம், ஆதாரவளங்கள் அல்லது இவை இரண்டிற்கும் தீமை விளைவிக்கும் பொருட்களையோ அல்லது ஆற்றலையோ சுற்றுச்சூழலில் வெளியிடுதல் மாசுறுதல் எனப்படும் என்று குறிப்பிட்டுள்ளார்.

9) சூழ்நிலை மண்டலத்தால் ஈடுகட்டவோ அல்லது சமநிலைக்குக் கொண்டுவரவோ அல்லது கலைத்து பரவச் செய்யவோ முடியாத அளவுக்குத் தீமை செய்யும் பொருட்கள் சுற்றுச்சூழலில் குவிதல் மாசுறுதல் எனப்படும் (தாஸ்மன். R.F. 1975) (Dasmann R.F 1975)

மாசுபடுத்திகள் (**Pollutants)**

ஒவ்வொரு மனித சமூகமும்– அது கிராமம், நகர்ப்புறம், தொழில் நகரம் அல்லது தொழில்நுட்பம் மற்றும் அறிவியல் முன்னேற்றம் அடைந்த நகரம் – என எதுவாக இருந்தாலும் சில வகைக் கழிவுப்பொருட்களை சுற்றுச்சூழலில் வெளியிடுகின்றன. இப்பொருட்கள் அதிக அளவில் வெளியிடப்படும்போது அவை சூழ்நிலை மண்டலத்தின் பணிகளைப் பாதிக்கின்றன. இப்பொருட்கள் மாசுபடுத்திகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இப்பொருட்களை இயற்கை உயிரிய மற்றும் இயற்பியல் முறைப்படிச் சிதைத்துக் கிரகித்துக் கொள்ளாவிட்டால் அவை பூமியில் உள்ள விலங்கினங்கள், தாவரங்கள் மற்றும் மனிதர்களுக்குத் தீமையை விளைவிக்கும். இவ்வாறு சுற்றுச்சூழலுக்கு ஊறு விளைவிக்கும் அனைத்துப் பொருட்களும் மாசுபடுத்திகள் எனப்படும். மாசுபடுத்திகள் கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுக்கப்படுகின்றன.

வரையறை:-

1) சுற்றுச்சூழலை அழிக்கும் வேதியியல் (Chemical) நில வேதியியல் (Geochemical) அல்லது உயிரியப் பொருட்கள் மாசுபடுத்திகள் எனப்படும்

2) நாம் பயன்படுத்திய பின் ஒதுக்கித் தள்ளிய பொருட்களில் எஞ்சியவையே மாசுபடுத்திகள் என்று ஓடம் (Odum) குறிப்பிட்டுள்ளார்.

3) சிற்றினங்களின் வளர்ச்சி விகிதத்தினை மாற்றி, உணவுச்சங்கிலி மற்றும் ஆரோக்கியம் போன்றவற்றில் குறுக்கிட்டுச் சுற்றுச்சூழலில் தீமை

விளைவிக்கும் இயற்பியல், வேதியியல் மற்றும் உயிரியக் கூறுகள் மாசுபடுத்திகள் எனப்படும் (ஹோலிஸ்டர் மற்றும் போர்ட்டியஸ்) (Holister and Porteus)

4) தவறான இடத்தில், தவறான நேரத்தில், தவறான அளவில் உள்ளவை மாசுபடுத்திகள் எனப்படும் (ஹோல்டுகேட் 1971) (Holdgate 1971).

மாசுபடுத்திகளின் வகைகள்:-

அ) வளர்ந்த மற்றும் வளரும் நாடுகளில் கீழ்க்கண்ட மாசுபடுத்திகள் காணப்படுகின்றன.

1) படியும் பொருட்கள் **(Deposited matter):-** புகைக்கரி, (soot) புகை, தார், தூசி, மற்றும் கற்பொடிகள் (Grit) போன்றவை இதில் அடங்கும்.

2) வாயுக்கள் **(Gases):-** CO, CO_2, நைட்ரஜன் ஆக்ஸைடுகள், SO_2, குளோரின், ஃப்ளூரின், NH_3 மற்றும் O_3 ஆகியவை.

3) வேதிப்பொருட்கள்:– ஆல்டிஹைடுகள், ஹைட்ரஜன் ப்ளூரைடு, ஆர்சீன்கள் ஃபாஸ்ஜீன்கள் (Phosgenes) டிட்டர்ஜன்ட்கள் (Detergents) போன்றவை

4) நச்சு உலோகங்கள் **(Toxic metals):-** துத்தநாகம், பாதரசம், காட்மியம், இரும்பு, ஈயம், நிக்கல் போன்றவை.

5) பொருளாதாரம் தொடர்பான நச்சுக்கள் **(Economic toxins):-** பூச்சிக்கொல்லிகள், களைக்கொல்லிகள், பூஞ்சைக்கொல்லிகள், கொறிப்புயிரிக்கொல்லிகள் (Rodenticide), நூற்புழுக்கொல்லிகள் (Nematicides) மற்றும் பிற உயிரினக்கொல்லிகள் (Biocide).

6) உரங்கள் **(Fertilizers):-** யூரியா, பொட்டாஷ், அம்மோனியம் சல்பேட் மற்றும் அம்மோனியம் பாஸ்பேட் போன்றவை

7) கதிரியக்கப் பொருட்கள் :- Ar 41, கோபால்ட் 60, அயோடின்131, சீசியம்137, கிரிப்டான்85, ஸ்ட்ரான்ஷியம் 90, புளுடோனியம் 239 போன்றவை.

8) ஒலி

9) வெப்பம்

10) கழிவுநீர்

11) ஒளிவேதியியல் ஆக்ஸிகரணிகள் (Photochemical Oxidants), ஓஸோன், பெராக்ஸிஅசிட்டைல் நைட்ரேட் (PAN), ஆல்டிஹைடு, எத்திலின் போன்றவை

இயற்பியற் பண்புகளின் அடிப்படையில் மாசுபடுத்திகள் கீழ்க்கண்டவாறு வகைபாடு செய்யப்பட்டுள்ளது

1) திண்மநிலை மாசுபடுத்திகள்

2) திரவ நிலை மாசுபடுத்திகள்

3) வாயுநிலை மாசுபடுத்திகள்

(ஆ) சுற்றுச்சூழலில் வெளியிடப்பட்ட பின் மாசுபடுத்திகளின் நிலையை பொருத்து கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்பாடு செய்யப்பட்டுள்ளது.

1) முதன்மை மாசுபடுத்திகள் (Primary Pollutants)

இப்பொருட்கள் நாம் காணக்கூடிய ஆதாரங்களில் இருந்து நேரடியாக சுற்றுச்சூழலில் வெளியிடப்படுகிறன. அவை வெளியிடப்பட்ட பின் அதே நிலையிலேயே சூழ்நிலையில் நிலைத்திருக்கின்றன (எ.கா) தனித்துகள்கள், சல்பர் கூட்டுப்பொருட்கள், நைட்ரஜனின் ஆக்ஸைடுகள், கார்பன் மோனாக்ஸைடு, ஹாலோஜன் கூட்டுப்பொருட்கள், கரிம கூட்டுப்பொருட்கள், கதிரியக்கப் பொருட்கள் போன்றவை.

2) இரண்டாம் நிலை மாசுபடுத்திகள் (Secondary Pollutants):-

இவை வேதிவினைகளின் மூலமாக முதன்மை மாசுபடுத்திகளில் இருந்து உருவானவை. இரண்டுக்கு மேற்பட்ட வேதிவினைகளின் காரணமாக உற்பத்தியானவை இரண்டாம் நிலை மாசுபடுத்திகள் ஆகும். முதன்மை மாசுபடுத்திகள் மீது சூரிய ஒளி செயல்படுவதால் பெராக்ஸி அசிட்டைல் நைட்ரேட் (PAN) போன்ற நைட்ரஸ் கூட்டுப்பொருட்கள் இரண்டாம் நிலை மாசுபடுத்திகளாக உருவாகின்றன.

இ) சூழ்நிலை மண்டல நோக்கில் பார்க்கும்போது மாசுபடுத்திகள் இரண்டு வகையாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவையாவன:-

(1) உயிரிய வழிச் சிதைவுறும் மாசுபடுத்திகள் (Biodegradable Pollutants).

(2) உயிரிய வழிச்சிதைவுறா மாசுபடுத்திகள்(Non Biodegradable Pollutants).

உயிரிய வழிச் சிதைவுறும் மாசுபடுத்திகள்:-

இயற்கை வழிமுறையில் சிதைக்கப்படும் மாசுபடுத்திகள் உயிரியவழிச்சிதைவுறும் மாசுபடுத்திகள் எனப்படும். (எ.கா) வீட்டுக்கழிவுகள், குடியிருப்புகளில் இருந்து வெளியேறும் அங்ககக் கழிவுகள் போன்றவை நுண்ணுயிர்கள் மூலம் சுலபமாக சிதைக்கப்பட்டுவிடும். மேலும் சில தொழில்நுட்ப முறை மூலமாகவும் ((எ.கா) கழிவுநீர் சுத்திகரிப்பு முறைகள்) இது போன்ற கழிவுகளை சிதைக்க முடியும். ஆனால் இயற்கை முறை மற்றும் தொழில்நுட்ப முறை மூலம் சிதைக்கக்கூடிய திறனுக்கும் மேல் இப்பொருட்கள் சுற்றுச்சூழலில் சேரும்போது சிக்கல்கள் உண்டாகின்றன.

உயிரிய வழிச்சிதைவுறா மாசுபடுத்திகள்:-

அலுமினியம், இரும்பு, மெர்க்குரி உப்புகள், பீனாலிக் கூட்டுப்பொருட்கள், DDT. போன்ற கரிமகுளோரின்கள் (Organochlorine) போன்றவை இயற்கையாகச் சுற்றுச்சூழலில் இருப்பதில்லை. சுற்றுச்சூழலில் விடப்படும்போது இவை சிதைவடைவதில்லை, அல்லது மிக மெதுவாகச் சிதைவடைகின்றன. இதனால் இப்பொருட்கள் சுற்றுச்சூழலை மாசுபடுத்துகின்றன. இப்பொருட்கள் மிகக் குறைந்த அளவில் இருந்தாலும் கூட மிகவும் தீமை விளைவிக்கக் கூடியவையாகும். இந்த மாசுபடுத்திகள் சூழ்நிலையில் திரள்வது மட்டுமல்லாது உணவுச்சங்கிலியுடன் சேர்ந்து உயிரிய நில வேதியியல் சுழற்சியின் போது உயிரியப் பெருக்கம் அடைகின்றன. மேலும் இவை சுற்றுச்சூழலில் உள்ள பிற கூட்டுப்பொருட்களுடன் சேர்ந்து இன்னும் அதிக நச்சுத்தன்மை உடைய பொருட்களை உருவாக்குகின்றன. இவை போன்ற மாசுபடுத்திகள் தாவர மிதவை உயிரிகளின் ஒளிச்சேர்க்கையைப் பாதிக்கின்றன (பூமியில் உள்ள ஆக்ஸிஜனின் அளவில் 70 சதவீதத்திற்கு தாவர மிதவை உயிரிகளே காரணம்) இதனால் ஆக்ஸிஜனுக்கும் கார்பன்டை ஆக்ஸைடிற்கும் இடையே உள்ள இயற்கைச் சம நிலை உடைகிறது.

சுருக்கமாகச் சொல்வதென்றால் சிதைவடையாத மாசுபடுத்திகள் 'உயிரிய வழிச் சிதைவடையா மாசுபடுத்திகள்' எனப்படுகின்றன.

சுற்றுச்சூழல் மாசடைவதற்கான காரணங்கள்:-

1) மனிதர்களின் செயல்பாடுகள் **(Human activity)**:-

சுற்றுச்சூழல் மாசடைதலின் முக்கிய காரணம் மனிதர்களே. மனிதனின் செயல்பாடுகள், மாசுறுதலை ஏற்படுத்துகின்றன. எனவே மாசுறுதல் என்பது தற்போதைய கால கட்டத்தில் ஒரு தேவையான தீங்கு (Necessary evil) என்று சொல்லப்படுகிறது.

2) மக்கள் தொகை பெருக்கம் **(Over Population)**:-

மக்கள் தொகைப் பெருக்கத்தினால் எரிபொருட்கள், உரங்கள் மற்றும் பூச்சிக்கொல்லிகள் போன்றவை அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதனால் அதிக திரவ மற்றும் திடக்கழிவுகள் உருவாகின்றன (சவுத்விக் 1976) (Southwick 1976). உலக மக்கள் தொகை ஆண்டுக்கு 2% அதிகரிப்பதாகப் புள்ளி விவரங்கள் தெரிவிக்கின்றன. அதாவது ஒவ்வொரு இரண்டு வினாடிக்கும் ஐந்து மனிதர்கள் பிறக்கின்றனர். இது தொடர்ந்தால் இன்னும் ஆயிரம் ஆண்டுகளில் ஒவ்வொரு சதுர மீட்டர் பரப்புக்கும் நூறு மனிதர்கள் வாழ வேண்டிய நிலை ஏற்படும்.

3) நகர மயமாதல் (**Urbanization**):-

வேலைக்காகவும் வசதியான வாழ்க்கைக்காகவும் கிராமத்தை விட்டு நகரத்தை நோக்கி மக்கள் குடிபெயர்கின்றனர். இதன் விளைவாக நகரங்களில் நெருக்கடி ஏற்படுகிறது. மக்கள் தொகை மிகுந்த இடங்களில் வாகனங்களின் எண்ணிக்கை உயரும். மேலும் அங்கு திடக் கழிவுகள் தேங்கி சுகாதார வசதிகள் குறைந்து அப்பகுதிகளின் மேலாண்மைச்சிக்கல்கள் அதிகரிக்கும். ஒரு மில்லியன் மக்கள் வாழுமிடங்களில் ஒரு நாளில் 1800 மெட்ரிக்டன்கள் குப்பையும் 45000 மெட்ரிக் டன்கள் கழிவு நீரும் சேருகின்றன. 1 மில்லியன் மக்கள் வாழும் தொழில் நகரங்களில் ஒரு நாளில் 8500 மெட்ரிக் டன்கள் புதைபடிவ எரிபொருள்கள் (நிலக்கரி, இயற்கை வாயு, பெட்ரோலியம்) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதனால் அங்கு சராசரியாக 400Mt கார்பன் மோனாக்ஸைடும், 135Mt சல்பர்டை ஆக்ஸைடு மற்றும் தனித்துகள்களும் நைட்ரஜன் ஆக்ஸைடு மற்றும் ஹைடிரோகார்பன்கள் ஆகியவை தலா 90 டன்களும் வெளியாகின்றன. இந்தியா போன்ற மக்கள் தொகை அதிகமுள்ள நாட்டில் பெருநகரங்களில் உருவாகும் மாசுபடுத்திகள் பற்றிச் சொல்ல தேவையில்லை.

4) தொழில் மயமாதல் (Industrialization):-

ஒரு நாட்டின் வளர்ச்சிக்கு தொழில் வளர்ச்சி மிகவும் அவசியம். காகித ஆலைகள், சர்க்கரை ஆலைகள், சிமெண்ட் ஆலைகள், வேதிய தொழிற்சாலைகள், உரத்தொழிற்சாலைகள், எண்ணெய் சுத்திகரிப்பு ஆலைகள், ரப்பர் தொழிற்சாலைகள், வெடிமருந்துத் தொழிற்சாலைகள் போன்றவை பெரும் அளவில் பாதிப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. தொழிற்சாலைகளில் உற்பத்தியுடன் கழிவுகளும் பயனற்ற இடைப் பொருட்களும் சேர்ந்து உருவாகின்றன. பயன்படுத்திய வேதிப் பொருட்களில் 1–10% வரை கழிவுப்பொருளாக வெளியேறுகின்றன. மேலும் வேதிபொருட்களைப் பயன்படுத்தும் போதும் ஓரிடத்தில் இருந்து இன்னொரு இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லும் போதும் சிந்தும் வேதிப்பொருட்கள் சுற்றுச்சூழலை மாசுப்படுத்துகின்றன. ஒவ்வொரு தொழிற்சாலையும் ஏதாவது ஒரு வகையில் மாசுபடுத்திகளை வெளியிடுகின்றன.

5) போக்குவரத்து (Conveyance) :-

சாலைப் போக்குவரத்து வாகனங்கள், புகைவண்டிகள் மற்றும் விமானங்கள் காற்று மற்றும் ஒலி மாசுபடுதலை ஏற்படுத்துகின்றன.

6) புகை (Smoke) :-

தொழிற்சாலைப் புகைகள் சுற்றுச்சூழலை மாசுப்படுத்துகின்றன. பூச்சிக்கொல்லிகள், பூஞ்சைக் கொல்லிகள், களைக்கொல்லிகள், மெல்லுடலிக்கொல்லிகள், மற்றும் பிற உயிரியக்கொல்லிகள் சுற்றுச்சூழலை நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ மாசுபடுத்துகின்றன.

7) உரங்கள் (Fertilizers) :-

வேளாண் பயிர்களின் மேம்பாட்டிற்கு பயன்படுத்தும் யூரியா (NH_2CONH_2) என்னும் செயற்கை உரம் சுற்றுச்சூழலை மாசுப்படுத்துகிறது.

8) கழிவு நீர் (Sewage) :-

வீடுகளிலிருந்தும் தொழிற்சாலைகளில் இருந்தும் வெளியேறும் திரவக்கழிவுகள் சுற்றுச்சூழலை மாசுப்படுத்துகின்றன.

9) கதிரியக்கப் பொருட்கள்:-

கதிரியக்கப் பொருட்களும் அவற்றின் கதிரியக்கமும் மாசுபடுத்திகளாக செயல்படுகின்றன.

மாசடைதலின் வகைகள்:-

மாசடைதல் இரண்டு வகைப்படும்

1) இயற்கை மாசடைதல்:-

இது காட்டுத்தீ, கரிம பொருட்களின் அழிவு, எரிமலை, பூகம்பம் போன்ற இயற்கை நிகழ்வுகளால் ஏற்படுகிறது.

2) செயற்கை மாசடைதல்:-

இது மனிதனின் செயல்பாடுகளினால் ஏற்படுவது என்றாலும் காற்று, நீர் மற்றும் நிலம் போன்ற சூழ்நிலைக் காரணிகளின் படி வகைப்பாடு செய்தல் மேலானது. அவையாவன.

1) தொழிற்சாலைகளால் மாசடைதல்

2) பூச்சிக்கொல்லிகளால் மாசடைதல்

3) காற்று மாசடைதல்

4) நீர் மாசடைதல்

5) வெப்பமாசுபாடு

6) கதிரியக்க மாசுபாடு

7) எண்ணெய் மாசுபாடு

8) ஒலி மாசுபாடு

9) வேதியல் மாசுபாடு

காற்று மாசுறுதல் (Air pollution)

சுத்தமான காற்று இல்லையெனில் மனிதர்களோ அல்லது பிற விலங்குகளோ ஒரு நிமிடம் கூட உயிர் வாழ இயலாது. காற்று மாசடைதல் என்பது மிகவும் தீமை விளைவிக்கவல்லது என்பது அனைவரும் அறிந்ததே. இந்தியாவிலும் உலகின் பிற நாடுகளிலும் உள்ள பெரு நகரங்களிலும் தொழிற்நகரங்களிலும் காற்றுத் தூய்மைக்கேடு ஏற்பட்டுள்ளதை மறுக்க இயலாது. மனிதர்கள் நடமாட்டத்தில் இருந்து வெகுதூரம் உள்ள பரப்புகளில் உள்ள காற்றே சுத்தமான காற்று என்ற நிலை இன்று உருவாகி விட்டது. இன்றைய சமுதாயத்திற்கு காற்று மாசுறுதல் பெரும் சிக்கலாக உருவெடுத்துள்ளது.

வரையறை:-

மனிதன், வளர்ப்பு மிருகங்கள், தாவரங்கள் போன்றவற்றிற்குத் தீங்கு விளைவிக்கக் கூடிய விரும்பத் தகாத மாற்றங்கள் காற்றில் ஏற்படுதல் காற்று மாசடைதல் எனப்படும். சுருக்கமாகக் காற்றின் தரத்தில் ஏற்படும் சமநிலையின்மையால் பூமியில் வாழும் உயிர்களுக்கு விரும்பத் தகாத விளைவுகள் ஏற்படுதல் காற்று மாசடைதல் எனப்படும்.

பொதுவாக, நாம் ஒரு நாளைக்கு 22000 தடவை மூச்சு விடுகிறோம் ஏறக்குறைய 16 கி.கி. காற்றை உள்ளிழுக்கிறோம் எனவே நம்மைச் சுற்றியுள்ள காற்றைப் பற்றியும் அதனைச் சுத்தமாக வைத்து கொள்ளும் வழிமுறைகளையும் நாம் அறிந்திருத்தல் அவசியம்.

காற்று மாசடைதலின் மூலாதாரங்கள் (Sources of Air Pollution)

காற்று மாசடைதலின் முக்கிய மூலாதாரங்களை இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம்

1) இயற்கை மூலாதாரங்கள் (Natural Source) :-

இது மனிதர்களின் தலையீடு இன்றி இயற்கையாக ஏற்படுவதாகும். இதில் So_2, H_2S மற்றும் Co போன்ற நச்சு வாயுக்களை வெளியேற்றும் எரிமலைக் கக்கல், காட்டுத்தீ, கரிம மற்றும் கனிமங்களின் இயற்கை சிதைவு, சதுப்பு நில வாயுக்கள்,

விண்வெளி தூசி (Cosmic dust), பூக்களின் மகரந்தங்கள், மண் கூளங்கள், பூஞ்சைகள், ஸ்போர்கள் போன்றவை அடங்கும். இவை அனைத்தும் ஆரோக்கியத்திற்கு கேடு விளைவிப்பவை.

2) மனித மூலதாரங்கள் (Anthropogenic Sources):-

மக்கள் தொகைப் பெருக்கம், காடுகள் அழிக்கப்படுதல், புதைபடிவ எரிபொருள்களின் பயன்பாடு, தீ, வாகனப்புகை, தொழில் மயமாதல், வேளாண் செயல்பாடுகள், போர் போன்றவை இவ்வகையின் முக்கியமான மூலாதாரங்கள் ஆகும். மனிதர்களால் உருவாக்கப்படும் சில மாசுபடுத்திகளும் அவை உருவாகும் விதங்களும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

(a) தூசி உற்பத்தி செய்யும் செயல்கள்:-

மலைகளில் கல் உடைத்தல், அரைத்தல், சலித்தல் போன்ற செயல்பாடுகளால் பல கனிமங்களும் கரிமத்துகள்களும் உருவாகின்றன.

(b) எரித்தல் (Combustion) :-

எரிபொருட்கள் எரிக்கப்படும்போது நைட்ரஜன் ஆக்ஸைடுகள் மற்றும் சல்பர் ஆக்ஸைடுகள் ஆகிய மாசுபடுத்திகளும் வாகனங்களிலிருந்து கார்பன் மோனாக்ஸைடு, புகை, தூசிச்சாம்பல் (Fly ash) கரிம வாயுக்கள், உலோக ஆக்ஸைடுகள் மற்றும் தனித்துகள்களும் உருவாகின்றன.

(c) செய்பொருளாக்கம் (Manufacturing Process) :-

உருக்காலைகள் (Smelters) எஃகு ஆலைகள் போன்றவற்றிலிருந்து உலோகப் புகைகள், துத்தநாகம், ஆர்செனிக் மற்றும் ஈயம் போன்ற மாசுபடுத்திகள் உருவாகின்றன.

(d) வேளாண்மை:-

பூச்சிக்கொல்லிகள் மற்றும் களைக்கொல்லிகளைப் பயிர்களுக்குத் தெளிப்பதால் கரிம பாஸ்பேட்டுகள், குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட ஹைட்ரோ கார்பன்கள், ஆர்செனிக் போன்ற வேதிப்பொருட்களும், வயல்வெளிகளில் எஞ்சியுள்ளவற்றை எரிப்பதால் தூசிச்சாம்பல், கரித்தூள், புகை போன்ற மாசுகளும் உருவாகின்றன.

(e) அணுக்கரு ஆற்றல்:-

அணுக்கருப் பிளப்பு மற்றும் அணுக்கரு உலைகளின் செயல்பாடு மற்றும் அணுகுண்டு வெடித்தல் பரிசோதனைகளின் போது ஆர்கான் 41 போன்ற கதிரியக்கப் பொருட்கள் வெளியிடப்படுகின்றன.

காற்று மாசுபடுத்திகளின் வகைகள்

முதல்நிலை மாசுபடுத்திகள்:-

முதல்நிலை மாசுபடுத்திகள் மூலாதாரங்களிலிருந்து நேரடியாக காற்றில் விடப்படுகின்றன.

1. வாயுக்கள்:-

CO_2, CO, SO_2, NO, H_2S, Cl_2 மற்றும் ஃப்ளூரின் போன்ற வாயுக்கள் முக்கியமான காற்று மாசுபடுத்திகள் ஆகும்.

2. வேதிப்பொருட்கள்:-

நிலக்கரியிலிருந்து பெறப்படும் ஆர்சனிக், எண்ணெய் உலைகள், கண்ணாடி உற்பத்தி மற்றும் உரத்தொழிற்சாலைகள், எண்ணெய் சுத்திகரிப்பு மற்றும் வாகன உற்பத்தி நிலையங்களில் இருந்து வெளியேறும் பென்ஸீன், நிலக்கரி மற்றும் எண்ணெய் ஆலைகளில் இருந்து வெளியேறும் காட்மியம் (Cd) மற்றும் நிக்கல், வேதியத் தொழிற்சாலைகளில் இருந்து வெளியேறும் ஃபார்மால்டிஹைடு, நீற்றுலைகளில் (Incinerators) இருந்து வெளிவரும் ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம், எஃகு மற்றும் மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் வெளியேற்றும் மங்கனீசு, வாகனங்கள் வெளியேற்றும் துத்தநாகம் போன்றைவை முக்கியமான காற்று மாசுபடுத்திகள் ஆகும்.

3. இரண்டாம் நிலை மாசுபடுத்திகள்:-

முதல்நிலை மாசுபடுத்திகளிலிருந்து உருவானவை இரண்டாம்நிலை மாசுபடுத்திகள் ஆகும். தார்ண்டைக் (1976) (Thorndike 1976) என்னும் அறிவியலாளர் கீழ்க்கண்ட எடுத்துக்காட்டுகளை இரண்டாம் நிலை காற்று மாசுபடுத்திகளாகக் குறிப்பிட்டுள்ளார்.

1. கந்தகடைஆக்ஸைடு (So_2) :-

இது ஹைடிரஜன் சல்பைடும் ஆக்ஸிஜனும் இணைந்து உருவாகிறது.

$2H_2S+30_2 \rightarrow 2SO_2+2H_2O$

2) கந்தக அமிலம் (H_2SO_4) :-

சல்பர்டைஆக்ஸைடு ஆக்ஸிஜனுடன் இணைந்து சல்பர் டிரையாக்ஸைடாக மாறுகிறது. இது HOH உடன் இணைந்து கந்தக அமிலாக மாறுகிறது.

$2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$

$SO_3 + HOH \rightarrow H_2SO_4$

3) ஓசோன் (O_3):-

நைட்ரஜன் டை ஆக்ஸைடு சூரிய ஒளியால் நைட்ரஜன் மோனாக்ஸைடாகவும் தனி ஆக்ஸிஜனாகவும் பிரிக்கப்படுகிறது. தனி ஆக்ஸிஜன் ஆக்ஸிஜனுடன் இணைந்து ஓசோனாக மாறுகிறது.

$NO_2 \rightarrow NO + O$

$O+O_2 \rightarrow 0_3$

4) புகைப்பனி (Smog) :-

இது புகையும் (Smoke) அடர்த்தியான மூடுபனியும் (fog) இணைந்து உருவாகிறது. ஹைடிரோ கார்பன்கள் நைட்ரஜன்–டை– ஆக்ஸைடுடன் சேர்ந்து சூரிய ஒளியின் உதவியால் பெராக்ஸிஆசிட்டைல் நைட்ரேட் (PAN) மற்றும் HCHO வாக மாறுகிறது.

ஹைடிரோ கார்பன்+ NO_2 $\xrightarrow{\text{சூரிய ஒளி}}$ PAN + HCHO +பிற பொருட்கள்

5) நைட்ரஜன் மோனாக்ஸைடு (No):-

இது நைட்ரஜன்–டை–ஆக்ஸைடானது தனி ஆக்ஸிஜன் ஆகவும் நைட்ரஜன் மோனாக்ஸைடாகவும் பிரிவதால் உருவாகிறது.

$NO_2 \longrightarrow NO+O$

6) நைட்ரஜன் டை ஆக்ஸைடு (NO_2) :-

நைட்ரஜன் மோனாக்ஸைடு சூரிய ஒளியின் உதவியால் நைட்ரஜன் டை ஆக்ஸைடாக மாறுகிறது.

$$NO + O \xrightarrow{\text{சூரியஒளி}} NO_2$$

7) OH (ஹைடிராக்ஸில் Radical):-

சூரிய ஒளியின் உதவியுடன் ஹைடிரோ கார்பன்களும் NO_xம் இணைந்து ஹைடிராக்ஸில் ராடிக்கல் உருவாகிறது இது மற்ற வாயுக்களுடன் இணைந்து அமிலத்துளிகளாக மாறுகிறது.

8) HNO_2 (நைட்ரஸ் அமிலம்) :-

இது நைட்ரஜன் டை ஆக்ஸைடும் நீராவியும் இணைந்து உருவாகிறது.

9) (HNO_3) நைட்ரிக் அமிலம் :-

இது நைட்ரஜன்டை ஆக்ஸைடுடன் நீராவி இணைவதால் உருவாகிறது அமில மழையின் முக்கிய கூறு நைட்ரிக் அமிலம் ஆகும்

4) தனித்துகள்கள் :-

இவை காற்றில் மிதக்கும் நுண்ணிய திடப்பொருள் அல்லது திரவத்துளிகள் ஆகும். இவற்றின் விட்டம் 0.02 μm – 1.00 μm. 500 μm மேல் விட்டமுடைய பெருந்துகள்கள் கற்பொடிகள் (Grit) ஆகும். காற்றில் உள்ள தனித்துகள்களில் பாக்டீரியா, பூஞ்சைகள் மற்றும் பாசிகள் போன்ற வாழ்வுயிரிகளும் (Viables), புகை, மூடுபனி, ஆவிப்புகை (Fumes) தூசிகள் போன்ற உயிரற்ற துகள்களும் உள்ளன. மூடுபனியும், ஆவிப்புகையும் திரவத்துகள்கள் ஆகும். தூசியும் புகையும் திடத்துகள்கள் ஆகும். மூடுபனித்துகள் <10 μm விட்டமுடையத் திரவத்துளிகள் ஆகும். நீராவி உறைந்து மூடுபனியாக மாறுகின்றது.

$$SO_2 \text{ (வாயு)} \xrightarrow{22^c} SO_2 \text{ (திரவம்)}$$

கரிமங்களை எரிப்பதால் உண்டாகும் சிறு கரித்துகள் அடங்கியது புகையாகும். இவற்றின் விட்டம் 2.0 μm ஆகும் 1.0 μm க்கும் குறைவான விட்டமுடைய மிதக்கும் திடத்துகள்கள் ஆவிப்புகையில் அடங்கும். உலோகங்களின் ஆவிப்புகை அனைவரும் அறிந்த தனித்துகள்கள் ஆகும். தூசிகள் அல்லது தூசிப்படலங்கள் (Aerosol) காற்றில் மிதக்கின்ற திடத் தனித்துகள்கள் ஆகும். இவற்றின் விட்டம் 1.0 – 100 μm ஆகும். கற்சுண்ணாம்புத்தூள், சிமெண்ட், மணல்மென்துகள்கழிவுகள் (Sand tailings) தூள்கரி, தூசிச்சாம்பல் மற்றும் துகள்மண்தூசி (Silicadust) போன்றவை காற்றில் உள்ள தூசித் தனித்துகள்கள் ஆகும். இவற்றைத் தவிர C_{14}, ஸ்ட்ரான்ஷியம் 90, சீசியம் –137 போன்ற கதிரியக்கப் பொருட்களும், வாகனங்கள் மற்றும் தொழிற்சாலைகளில் இருந்து பென்ஸீன், டொலுயீன் பென்சோபைரின் போன்ற ஹைடிரோகார்பன்களும் குளிர்சாதனப் பெட்டிகள் காற்று [illegible]னாக்கக்கருவிகள் (Ariconditioning) மற்றும் நறுமணத் திரவங்கள் போன்றவற்றிலிருந்து குளோராப்ளுரோகார்பன்களும் காற்றில் தனித்துகள்களாக இருக்கின்றன. மேலும் அசிட்டிக் அமிலம், குளோரோபார்ம், போன்றவையும் அலுமினியம், துத்தநாகம், காட்மியம், நிக்கல், தகரம், மாங்கனீசு, மெர்க்குரி, இரும்பு போன்ற உலோக மாசுக்களும் காற்றில் காணப்படுகின்றன. இந்த உலோக மாசுபடுத்திகள் மெட்டலர்ஜி செயல்பாடுகளாலும் போக்குவரத்து வாகனங்களாலும் ஏற்படுகின்றன.

காற்று மாசுபாட்டினால் ஏற்படும் விளைவுகள்

மனிதனுக்கு ஏற்படும் பாதிப்புகள்:-

1) கந்தகம்:-

நிலக்கரி, எரிபொருள் எரிக்கப்படுதல், மின் உற்பத்தி நிலையங்கள், எண்ணெய் சுத்திகரிப்பு நிலையங்கள் மூலம் வெளியேறும் சல்பர் டை ஆக்ஸைடு மற்றும் சல்பர் டிரை ஆக்ஸைடு ஆகியவற்றால் நெஞ்சுச் சுருக்கம், தலைவலி, வாந்தி மற்றும் சுவாச நோய்களால் மரணம் போன்றவை ஏற்படுகின்றன.

2) ஹைடிரஜன் சல்ஃபைடு (H_2S) :-

எண்ணெய் சுத்திகரிப்பு மற்றும் வேதியியல் தொழிற்சாலைகள் வெளியிடும் ஹைடிரஜன் சல்பைடால் தலை சுற்றல், கண் எரிச்சல், தொண்டை கரகரப்பு போன்ற தொந்தரவுகள் ஏற்படும். H_2S ன் செறிவு 200ppm க்கு மேல் இருந்தால் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்பாட்டில் குறைவு ஏற்படும். 2000ppm ஐத் தாண்டினால் சில நிமிடங்களுக்குள் மரணம் ஏற்படும்.

3) நைட்ரஜன் ஆக்ஸைடுகள் ($N2_x$) :-

புகைமலி நிலக்கரி (Soft coal), வாகனப்புகைகள், உரங்கள் மற்றும் வெடிமருந்துத் தொழிற்சாலைகள் போன்றவை வெளியிடும் நைட்ரஜன் டை ஆக்ஸைடு மற்றும் நைட்ரஜன் மோனாக்ஸைடு ஆகியவை நுரையீரல் நாரிழைக் கட்டிகள் (Pulmonary fibrosis), நுரையீரல் வீக்கம் (Pulomonary emphysema) போன்ற நோய்களை ஏற்படுத்துகின்றன.

4) கார்பன் மோனாக்ஸைடு (Co) :-

நிலக்கரி எரிக்கப்படுதல், வாகனப்புகைகள், தொழிற்சாலைக் கழிவுகள் போன்றவற்றால் உற்பத்தியாகும் கார்பன் மோனாக்ஸைடானது மனிதனின்இரத்தத்தில் ஆக்ஸிஜனுக்குப் பதிலாக ஹீமோகுளோபினுடன் இணைந்து கார்பாக்ஸி ஹீமோகுளோபிளாக மாறும். இதனால் இரத்தத்தின் ஆக்ஸிஜன் கடத்தும் திறன் குறைகிறது. 1000ppm கார்பன் மோனாக்ஸைடு உள்ளிழுக்கப்பட்டால் ஹீமோகுளோபின் செயலற்றதாகி உடனடியாக மரணம் விளையும்.

5) கார்பன் டை ஆக்ஸைடு:-

புதைபடிவ எரிபொருட்கள் எரிக்கப்படுவதாலும் காடுகள் அழிக்கப்படுவதாலும் உண்டாகும் கார்பன்டை ஆக்ஸைடு லேசான மயக்க உணர்வை ஏற்படுத்தும். மேலும் மூளையின் சுவாச மையத்தைச் தூண்டி மூச்சுத்திணறலை ஏற்படுத்தும். பச்சை இல்ல விளைவு (Green House Effect) ஏற்படக் காரணமான வாயு இதுவாகும்.

6) ஹைடிரஜன் சையனைடு (HCN) :-

ஊதுலைகள் (Blast furnace), ஆவிப்புகை, வேதிப்பொருட்களின் உற்பத்தி போன்றவற்றால் உற்பத்தியாகும் இது நரம்புச் செல்களின் செயல்பாட்டில் கோளாறுகள், தொண்டை வறட்சி, தலைவலி, பார்வைத்திறன் குறைதல் போன்றவற்றை ஏற்படுத்தும்.

7) அம்மோனியா (NH_3) :-

வெடிமருந்துகள், சாயப்பட்டறைகள் மற்றும் உரத்தொழிற்சாலைகள் ஆகியவை வெளியேற்றும் அம்மோனியா சுவாசக்குழலில் வீக்கத்தை ஏற்படுத்தும்.

8) கார்பமைல் குளோரைடு (Carbamyl Chloride):-

இருமலைத் தூண்டும். எரிச்சலையும் ஆபத்தான நுரையீரல் பாயவீக்கத்தையும் (Pulmonary oedma) ஏற்படுத்தும்.

9) ஆல்டிஹைடுகள்:-

எண்ணெய், கொழுப்பு அல்லது கிளிசராலை வெப்பத்தால் சிதைக்கும் போது உருவாகும் ஆல்டிஹைடுகளால் நாசி மற்றும் சுவாசப்பாதையில் எரிச்சல் ஏற்படும்.

10) ஆர்சின்கள் (Arsines) :-

ஆர்சின்கள் இரத்த சிவப்பணுக்களையும் சிறுநீரகத்தையும் பாதிக்கிறது. புற்றுநோயையும் ஏற்படுத்துகிறது.

11) ப்ளுரைடுகள் (Flourides) :-

பாஸ்பேட் உரத்தொழிற்சாலைகள், அலுமினியம் ஒடுக்கச் செயல்பாடுகள், எஃகு மற்றும் கண்ணாடி வேலைகள் போன்ற தொழில்கள் மூலம் உருவாகும் ப்ளுரைடுகளால் மூச்சுத்திணறல், இரத்த அழுத்தம் குறைதல் மற்றும் பக்கவாதம் போன்ற நோய்கள் எற்படுகின்றன.

12) அலுமினியம் (Aluminium):-

நரம்பு மண்டலத்தின முக்கிய பகுதியான மூளை பாதிக்கப்படுவதால் அல்ஸிமர் நோய் போன்ற நரம்பு சம்பந்தமான கோளாறுகள் ஏற்படுகின்றன.

13) ஆர்செனிக் ஆக்ஸைடு (Arsenic Oxide):-

ஆர்செனிக் உடைய தாதுக்களை உருக்கிப் பிரித்தல், நிலக்கரி எரித்தல் மற்றும் களைக்கொல்லிகள் மூலம் இது வெளியாகிறது. ஆர்செனிக் ஆக்ஸைடு வயிறு – குடல் கோளாறுகளையும் தோல் மற்றும் நுரையீரல் புற்றுநோயையும் ஏற்படுத்துகிறது. ஆர்செனிக் தாய்சேய் இணைப்புத் திசுவினை கடந்து சென்று கருக்களை பாதிக்கும் தன்மை உடையது. இது ஒரு தெரிநிலைக்கரு உடற்குறையீனி (Known teratogen) ஆகும்.

14) பெரிலியம் (Beryllium):-

நிலக்கரி எரித்தல், அணுக்கரு ஆற்றல் வெளிப்பாடு, ராக்கெட் எரிபொருள் பயன்பாடு போன்றவற்றால் வெளியாகும் பெரிலியம் குறைந்த அளவில்கூட

பெரிலியோசிஸ் (Berrylliosis) என்னும் நுரையீரல் நோயை ஏற்படுத்துகிறது. இது பெரும்பாலும் மரணத்தை ஏற்படுத்தக்கூடியது.

15) காட்மியம் (Cadmium):-

மின்பூச்சுக் கழிவுகளிலும் (Electroplating wastes) பிளாஸ்டிக் மற்றும வாகன ரப்பர் சக்கரங்கள் (tyre) போன்ற காட்மியம் அடங்கு பொருட்கள் எரிக்கப்படும் போதும் உருவாகின்ற காட்மியம் குறைந்த அளவில் இருக்கும்போது நொதிகளின் செயல்பாட்டைத் தடுப்பதால் இரத்த உயர் அழுத்தம் ஏற்படுத்தும். அதிக அளவில் இருந்தால் எலும்புச் சிதைவு நோயை ஏற்படுத்தும். மேலும் சிறுநீருடன் குளுக்கோஸ் வெளியேறுதல், (குளூக்கோசூரியா) (Glucosuria) சிறுநீருடன் அதிகப்படியான கால்ஷியம் வெளியேறுதல், (ஹைப்பர்கேல்சியூரியா (Hypercalciuria) எலும்புகள் கால்ஷியத்தை இழத்தல், (எலும்பு நைவு (அ) ஆஸ்டியோபோரோசிஸ்) மற்றும் சிறுநீருடன் புரதம் வெளியேறுதல் (புரோட்டினூரியா Proteinuria) போன்ற நோய்களையும் ஏற்படுத்துகின்றது.

ஈயம் (Lead) :-

வண்ணப்பூச்சுகள் ((Paint) மெருகு எண்ணெய்கள் (Varnish) மற்றும் ஈயம் கலந்த எரிவாயு எண்ணெய் (leaded gasoline) போன்றவற்றால் எடையிழப்பு, மலச்சிக்கல், பற்கள் விழுந்து விடுதல் தலைசுற்றல் மற்றும் மூளைச்சிதைவு ஏற்படும்.

இவற்றைத் தவிர கீழ்கண்ட தொழில்சார் நோய்களையும் மாசுபடுத்திகள் ஏற்படுத்துகின்றன.

1) சிலிக்கோசிஸ் (கன்மத்துகள் தூசி இழுப்பு நோய் –Silicosis) :-

இது சிமென்ட் மற்றும் அரிசி ஆலைகளில் வேலை செய்யும் தொழிலாளர்களுக்கு சிலிக்கான் (Silicon) களால் ஏற்படும் நோய் ஆகும்.

2) பஞ்சுத்துய்யிழுப்பு நோய் (Byssinosis) :-

இது ஆஸ்பெஸ்டாஸ் தொழிற்சாலைகளில் வேலை செய்யும் தொழிலாளர்களுக்கு அஸ்பெஸ்டாஸ் துகள்களால் ஏற்படும் நோயாகும்.

3) தூசியிழுப்பு நோய் (Pneumonosis) :-

இது சுரங்கங்களில் வேலை செய்வோருக்கு ஏற்படும் நோய் ஆகும்

4) கோதிழுப்பு நோய் (Bagassosis) :-

சர்க்கரை ஆலைத் தொழிலாளிகளுக்கு கரும்புச் சக்கைத் தூசிகளால் இது ஏற்படுகிறது.

5) இரும்புத்தூசியிழுப்பு நோய் :-

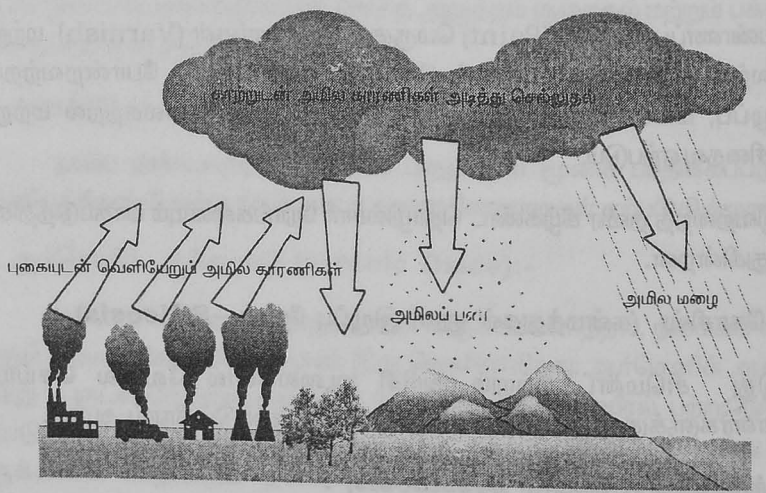
இரும்புத் தொழிற்சாலைகளில் வேலை செய்யும் தொழிலாளிகளுக்கு இது ஏற்படுகிறது.

காற்று மாசடைவதால் சூழ்நிலையில் ஏற்படும் விளைவுகள் :-

காற்று மாசடைவதால் சுற்றுச்சூழலுக்கு கீழ்க்கண்ட தீமைகள் விளைகின்றன.

1)அமில மழை 2) பச்சை இல்ல விளைவு 3) புகைபனி 4) ஓசோன் படலம் அழிதல் (Ozone depletion) 5) ஊட்ட வளம் மிகுத்தல் (Eutrophication)

அமில மழை (Acid Rain):-



அமில மழை என்னும் சொல் ராபர்ட் ஆங்கஸ் (Robert Angus) என்பவரால் 1872 ஆண்டு வழங்கப்பட்டது. இதற்கு மழைநீரில் அதிகமான அமிலம் இருத்தல் என்பது பொருள். அமில மழையில் கந்தக அமிலமும் (H_2So4) நைட்ரிக் அமிலமும் (HNO_3) அதிகம் உள்ளன. இவை இரண்டுக்கும் இடையே உள்ள சார்பு அளவானது

(Relative quantity) காற்றில் வெளியிடப்படும் சல்பர் ஆக்ஸைடு மற்றும் நைட்ரிக் ஆக்ஸைடுகள் ஆகியவை காற்றில் கலக்கும் அளவை பொறுத்து மாறுபடுகிறது. பொதுவாக அமில மழையில் 60–70% பங்குடைய H_2SO_4 முதலாவது இடத்திலும் 30–40% பங்குடைய HNo_3 இரண்டாவது இடத்திலும் ஹைடிரோகுளோரின் அமிலம் மூன்றாவது இடத்திலும் உள்ளன. காற்றின் ஒப்பு ஈரப்பதம் (Relative humidity) 70% க்கு மேல் இருந்தால் மட்டுமே அமில உருவாக்கம் (acid formation) ஏற்படுகிறது.

வரையறை:-

கந்தகம் மற்றும் நைட்ரஜனின் ஆக்ஸைடுகள் மழை நீருடன் கலந்து மழையுடன் பொழிதல் அமில மழை எனப்படும்.

காற்றில் உள்ள கார்பன் டை ஆக்ஸைடு மழை நீரில் கரைந்து விடுவதால் மழை நீர் எப்போதும் லேசான அமிலத்தன்மையுடன் இருக்கும். எனினும் சமீப காலங்களில் மழை நீரின் pH 5.0 முதல் 4.0 வரை குறைந்துள்ளது. இவ்வாறு மழை நீரின் pH குறைவதன் காரணம் காற்றில் உள்ள அமிலங்கள் மழைநீரில் கரைவதே ஆகும்.

அமில மழை ஏற்படக் காரணம்:-

காற்று மாசுறுதலின் காரணமாக அமில மழை பெய்கிறது. கந்தக ஆக்ஸைடுகள், நைட்ரஜன் ஆக்ஸைடுகள் மழைநீரில் கரைந்து கந்தக அமிலமும், நைட்ரிக் அமிலமும் உருவாகின்றன. இதனால் மழைநீர் அமில மழையாக பெய்கிறது. கந்தக அமிலம் மற்றும் நைட்ரிக் அமிலத்தை உருவாக்கும் வேதிவினைகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

கந்தக அமில உருவாக்கம்:-

$$2SO_2 + 0_2 \longrightarrow 2SO_3$$

$$SO_3 + H_2o \longrightarrow H_2So_4$$

கந்தக அமிலம் (H_2SO_4) அம்மோனியாவுடன் சேர்ந்து $(NH_4)_2 SO_4$ ஆக மாறுகிறது.

நைட்ரிக் அமில உருவாக்கம்:-

இது இரண்டு நிலைகளில் உருவாகிறது

I. $2\ NO + O_2 \rightarrow 2\ No_2$

$4\ NO_2 + 2HOH + O_2 \rightarrow 4HNO_3$

II. $NO + O_3 \rightarrow No_2 + O_2$

$NO_2 + O_3 \rightarrow NO_3 + O_2$

$NO_3 + NO_2 \rightarrow N_2O_5$

$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$

மேற்கண்ட வேதிவினைகளில் இருந்து அமில மழை உருவாக்கம் கீழ்க்கண்ட இரண்டு நிலைகளில் நடைபெறுகிறது என்பது தெளிவாகிறது

1) வாயு நிலை:-

இதில் கந்தக அமிலமும் நைட்ரஜனும் ஆக்ஸிகரணம் அடைகின்றன.

2) திரவநிலை:-

இதில் கந்தகம் மற்றும் நைட்ரஜனின் ஆக்ஸைடுகள் ஹைடிராக்ஸிலேஷன் அடைகின்றன.

ஈர அமிலமழை மற்றும் உலர் அமில மழை:-

அமில மழை, உறை பனி, பனித்திவலை, மூடுபனி போன்றவை ஈர அமில மழையைச் சேர்ந்தவை. சல்பேட்டுகள் மற்றும் நைட்ரேட்டுகளை உடைய தூசித்துகள்கள் பூமியில் படிவது உலர் படிவு அமில மழை எனப்படும்.

அமில மழையின் விளைவுகள்:-

நீர் சூழ்நிலை மண்டலத்தின் மீது அமில மழையின் விளைவுகள்:-

1) நீர் வாழ் உயிரினங்களின் உயிரியல் செயல்பாடுகளில் வலுக்குறைவு ஏற்படுகின்றது.

2) நீரின் pH 6க்கும் கீழே குறையும் போது தாவர மிதவை உயிரிகள் மற்றும் விலங்கு மிதவை உயிரிகளின் உயிர்த்தொகை குறைகிறது.

3) ஊட்ட உணவுச் சுழற்சி (Nutrient cycle) மோசமாக பாதிக்கப்படுகிறது.

4) மீன்களின் உணவு குறைகிறது

5) மீன்களின் உயிர்த்தொகை குறைகிறது.

6) pH அளவு 5க்கும் கீழே குறைந்தால் மீன்களின் இனப்பெருக்கம் குறைகிறது

7) மீன் குஞ்சுகளின் ஊடு கலப்பு ஒழுங்குபாடு தடைபடுகிறது

8) மீன்களின் இனப்பெருக்க வளம் (Fecundity) குறைகிறது

9) மீன்களின் செவுள் படலங்களின் (Gill membrane) இடையே நடைபெறும் அயனி பரிமாற்றங்கள் (Ion exchange) குறைகிறது

10) ஏரிகளில் pH குறையும் போது நீரில் கலந்துள்ள கன உலோகங்களின் (Heavy metals) நச்சுத்தன்மை அதிகரிக்கிறது.

11) நீர்த்தாவரங்களின் இலைகள் பாதிக்கப்படுகின்றன.

12) அமிலத் தன்மையுள்ள நீர் மண்ணிலிருந்து அலுமினியத்தை கரைத்தெடுத்து விடுவதால் மண்ணிலிருந்து ஓடி வழியும் நீர் ஏரிகள் ஆறுகள் மற்றும் நீரோடைகள் போன்றவற்றில் கலக்கின்றன. இந்நீரில் உள்ள அலுமினியம் செவுள் திசுக்களில் அடைத்துக்கொண்டு விடுவதால் சுவாசித்தல் தடைபட்டு மீன்கள் இறக்க நேரிடுகிறது

13) பல பாக்டீரியாக்களும் நீல பச்சை பாசிகளும் அழிக்கப்படுவதால் சூழ்நிலைச் சமநிலை (Ecological balance) பாதிக்கப்படுகிறது.

14) மீன்கள் வாழ இயலாத அளவுக்கு அமிலத்தன்மை உடைய நீர்ச்சூழல்களில் கொசுக்கள், பூச்சிகள் மற்றும் நீர்ப் புழுக்கள் போன்றவை பெருகுகின்றன.

காட்டு சூழலைமப்பில் அமில மழையின் விளைவுகள்:-

1) அமில மழையின் காரணமாக தாவரங்களின் இலைகள் பாதிப்படைந்து வளர்ச்சி நின்று விடுகிறது.

2) கால்சியம், பொட்டாசியம், இரும்பு மற்றும் மக்னீசியம் போன்ற ஊட்டச்சத்துகள் கரைந்து விடுவதால் மண்வளம் குறைகிறது

3) ஒளிச்சேர்க்கை விகிதம் குறைகிறது

4) மண்ணில் உள்ள நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் பாக்ட்டீயாக்களின் செயல்பாடுகள் பாதிக்கப்படுகிறது

5) அமில மழையால் இலைகளின் மேல் வெள்ளைப் புள்ளிகள் (Chlorite spot) ஏற்படுகின்றன.

6) அமில படிமத்தால் பைன் போன்ற மரங்களின் வலுக்குறைந்து.

நோய்த்தாக்குதலுக்கு ஆளாகி பட்டுப்போய் விடுகின்றன.

6. தரைவாழ் சூழலமைப்பின் மீது அமிலமழையின் விளைவுகள்:-

1) ஒளிச்சேர்க்கை, தாவரங்களின் வளர்ச்சி போன்றவை குறைகிறது. வறட்சி மற்றும் நோய்களால் சுலபமாக பாதிக்கப்படுகிறது. பயிர்களின் வளர்ச்சி தடைபடுகிறது

2) மண்வளம் குறைகிறது

3) தாவரங்கள் அமில தன்மையுள்ள மண்ணிலிருந்து காட்மியத்தை சுலபமாக உறிஞ்சுவதால் மனிதர்களுக்கும் விலங்குகளுக்கும் தீங்கு செய்யும் காட்மியத்தின் அளவு தாவரங்களில் அதிகரிக்கிறது.

4) கல்பாசி (Lichen) களின் வளர்ச்சி தடைபடுவதால் நைட்ரஜன் சுழற்சி பாதிக்கப்படுகின்றது.

5) அலுமினியமும் நைட்ரேட்டுகளும் அமில மழையால் கரைக்கப்படுவதால் தாவரங்களின் வேர்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன.

6) சூழ்நிலை மண்டலத்தின் நைட்ரஜன் சமநிலை பாதிக்கப்படுகிறது

7) அமிலத் தன்மையுள்ள மண்ணில் விதை முளைத்தல் தாமதப் படுத்தப்படுகிறது

8) மரப்பட்டைகள் அமிலத்தை உறிஞ்சுவதால் பட்டைகள் உதிர்ந்து விடுகின்றன. இதனால் மரங்கள் நோய்த் தாக்குதலுக்கு ஆளாகின்றன.

9) அமில மழை சிறு முதுகெலும்பற்ற உயிரிகளைக் கொன்று விடுகின்றது.

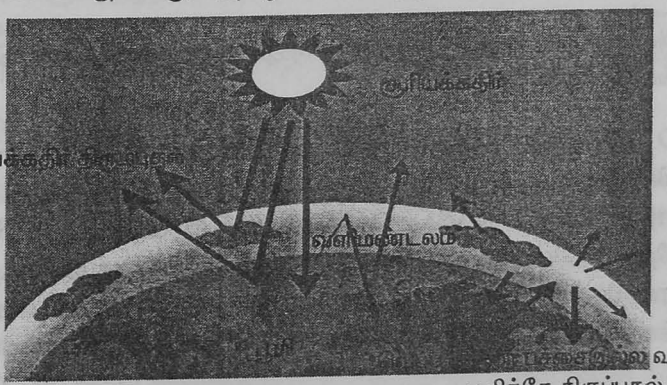
10) மனிதர்களின் செரிமான மண்டலம், சுவாச மண்டலம் மற்றும் நரம்பு மண்டலங்கள் பாதிக்கப்படுவதால் நரம்பு சம்பந்தமான நோய் தாக்குதல்கள் ஏற்படுகின்றன. ஏனெனில் அமில மழையால் உருவாகும் நச்சுப் பொருட்கள் குடிநீருடன் கலந்து மனிதர்களின் உடலை அடைகின்றன. இதனால் பலவிதமான ஆரோக்கியக் கேடுகள் விளைகின்றன.

பசுமை இல்ல விளைவு (Green House Effect):-

மனிதர்களால் உருவாக்கப்படும் மாசுபடுத்திகளான CO_2, CH_4 மற்றும் CFC, நில ஓசோன் (Ground O_3) போன்றவை பூமியின் வெப்பத்தை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. கடந்த நூற்றாண்டில் CO_2ன் செறிவு அதிகரித்துள்ளது. பூமியின் வெப்பமும் 0.4 முதல் 0.7°C உயர்ந்துள்ளது. இன்றைய சூழ்நிலையில் உள்ள CO_2 ன் அளவு இரண்டு மடங்காகப் பெருகினால் மேலும் 3–5 வெப்பம் உயரும் வாய்ப்புள்ளது என்று கணிக்கப்பட்டுள்ளது.

வளிமண்டலத்தில் உள்ள CO_2 ன் அளவு அதிகரிப்பதன் முக்கிய காரணமாக அமைவது புதைபடிவ எரிபொருள் எரிக்கப்படுவதாகும். 2050 ம் ஆண்டில் காற்றில் உள்ள CO_2 ன் அளவு 550 PPM ஆக உயரும் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது.

பசுமை இல்ல விளைவு (Green House Effect) என்னும் சொல் ஃபோரியர் (1827) (J. Fourier 1827) என்பவரால் அளிக்கப்பட்டது. இது புவி வெப்பமயமாதல் (Global warming) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.



பூமிக்கே திருப்புதல்

ஒரு பசுமை இல்லத்தில் ஒளி ஊடுருவா கண்ணாடியின் வழியாக புலப்பாட்டொளி (Visible light) உள் நுழைந்து மண்ணை சூடேற்றி தாவரங்களை வெப்பப்படுத்துகின்றது. வெப்பமான மண் நீண்ட அலை நீளமுடைய சிவப்பு கதிர்களை (Long wave length ultra red radiation) வெளியிடுகின்றன. கண்ணாடி நீண்ட அலை நீளமுடைய அகச்சிவப்பு கதிர்களை ஊடுருவவிடாத காரணத்தால் அவற்றின் ஒரு பகுதி கண்ணாடியில் உட்கவரப்பட்டு விடுகிறது. மற்றொரு பகுதி கண்ணாடியில் பட்டு பிரதிபலிக்கிறது. இதனால் பச்சை இல்லமானது வெளிப்புறத்தை விட அதிக வெப்பமாக இருக்கின்றது. பூமியில் உள்ள வளி மண்டலம் பச்சை இல்லத்தைப் போல செயல்படுகிறது. வளி மண்டலத்தில் உள்ள CO_2 கண்ணாடியைப் போல் செயல்படுகிறது. CO_2 ஆனது குறைந்த அலை நீளமுடைய சூரிய ஒளியைக் கடந்து செல்ல அனுமதிக்கிறது ஆனால் நீண்ட அலைநீளமுடைய சூரிய ஒளியைக் கடந்து செல்ல அனுமதிப்பதில்லை. அதாவது, சூரிய ஒளியானது வளிமண்டலத்தில் உள்ள CO_2 மற்றும் பிற வாயு மாசுபடுத்திகளைக் கடந்து பூமியை அடைகிறது. ஆனால் பூமியின் வெப்பக்கதிர்கள் CO_2 ஐக் கடந்து மேலே செல்லாமல் கார்பன்டை ஆக்ஸைடின் மேல் பட்டு பிரதிபலித்து கீழே திரும்புகின்றன. இதனால் வெப்பக் கதிர்கள் மீண்டும் பூமியை அடைந்து பூமியின் வெப்ப நிலையை உயர்த்துகின்றன. இது பசுமை இல்ல விளைவு என்றழைக்கப்படுகிறது.

வரையறை:-

பூமியின் மேற்பரப்பானது மனிதனால் உருவாக்கப்பட்ட அதிகப்படியான CO_2 வாயுவால் போர்வை போல சூழப்படுவதால் பூமி படிப்படியாக வெப்பமடைதல் பசுமை இல்ல விளைவு எனப்படும்.

பூமியானது வெப்பத்தைத் தக்க வைத்துக் கொள்வதால் ஏற்படும் நிகழ்வு பசுமை இல்ல விளைவு எனப்படும்.

CO_2, மீத்தேன், குளோரோப்ளுரோகார்பன் போன்ற வாயுக்கள் பூமியின் மேற்பரப்பில் இருந்து வெளியேறும் அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சை (Infrared radiation) வளிமண்டலத்திற்குள் செல்ல விடாமல் தடுப்பதால் பூமியின் வெப்பம் அதிகரிக்கிறது இதன் பலனாக எதிர்காலத்தில் பூமியில் உயிர்வாழ்தல் கடினம் என்ற நிலை வரலாம். இந்நிகழ்வு பூமி வெப்பமடைதல் (Global warming) என்றழைக்கப்படுகிறது.

பசுமை இல்ல வாயுக்கள்

பசுமை இல்ல விளைவிற்கு காரணமான முக்கியமான வாயுக்கள் கீழ்வருமாறு

1) கார்பன் – டை–ஆக்ஸைடு (CO_2)

2) மீத்தேன் (CH_4)

3) நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு (N_2O)

4) குளோரோப்ளுரோகார்பன்கள் (CFCs)

5) நில ஓசோன் (Ground Ozone)

6) கந்தக டை ஆக்ஸைடு (SO_2)

7) கந்தக ஹெக்ஸா ஃப்ளுரைடு (SF_6)

8) நீராவி

இவற்றில் கார்பன்டை ஆக்ஸைடு மிக முக்கியமான வாயுவாகும். இது புதைபடிவ எரிபொருள் எரிக்கப்படுவதாலும், உலைகள் மூலமாகவும் (Furnance) கட்டுப்பாடில்லாமல் வெளியிடப்படும் தொழிற்சாலைக் கழிவுகளாலும் காடுகள் அழிக்கப்படுவதாலும் வாகனப் புகைளாலும் உருவாகிறது. CO_2ன் அளவு காற்றில் அதிகரிப்பதால் பூமியின் வெப்ப நிலை உயருகின்றது. உலகம் வெப்பமாதலில் மீத்தேன் வாயுவின் பங்கு 18%, CFC யின் பங்கு 14%ஆகும். அனைத்துப் பசுமை இல்ல வாயுக்களும் சூழ்நிலையில் வேகமாக அதிகரித்து வருகின்றன. 2030 ம் ஆண்டில் சுற்றுச்சூழலில் CO_2 அளவை விட மற்ற பசுமை இல்ல வாயுக்களின் அளவு ஒன்றரை மடங்கு அதிகமாக இருக்கும் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது.

பசுமை இல்ல வாயுக்களின் மூலாதாரங்கள்

வரவிருக்கும் 40–50 ஆண்டுகளில் உலகம் முழுவதும் காற்றின் வெப்பம் உயரும் என்றும் அந்தத் தட்பவெப்ப நிலை மாறுதல் மனித சரித்திரத்திலேயே இல்லாத அளவுக்கு அதிகமாக இருக்கும் என்றும் உலக வானிலை அமைப்பு (World meteorological organization) எச்சரித்துள்ளது. கடந்த 10,000 ஆண்டுகளாக உலகின் வெப்ப நிலையில் 1 அல்லது 2°C க்கு மேல் மாற்றம் ஏற்பட்டதில்லை. ஆனால் உயரும் CO_2 ன் அளவு காரணமாக 2025–2050 AD ஆண்டுக்குள் 1.5° முதல் 4.5° வரை வெப்ப நிலை உயரக்கூடும்.

பல்வேறு தொழிற்சாலைகளும், வேளாண் செயல்பாடுகளும் தேவையற்ற வாயுக்களை உற்பத்தி செய்து வளி மண்டலத்தில் வெளியிடுகின்றன. புதை படிவ எரிபொருள்கள் எரிக்கப்படுவதால் ஒவ்வொரு ஆண்டும் 2.5×10^{13} டன்கள் CO_2 வெளியிடப்படுகிறது. நெற்பயிர்கள் மற்றும் கால்நடைகள் மூலம் மீத்தேன் வாயு வெளியிடப்படுகிறது. குளிர்சாதனப் பெட்டிகளிலும் (Refregerator) குளிரூட்டும் (Airconditioner) கருவிகளிலும் பயன்படுத்தப்படும் குளிரூட்டுப்பொருட்கள் (Coolant) காற்றில் CFC ஐக் கலக்கின்றன. இந்த வாயுக்கள் பூமியில் பட்டுத்திரும்பும் வெப்பக்கதிர்களை உள்வாங்கி மீண்டும் அவற்றைப் பிரதிபலித்து பூமிக்குத் திருப்பி அனுப்புகின்றன. இதனால் புவி வெப்பமடைகிறது. சில முக்கியமான பசுமை இல்ல வாயுக்கள் பற்றிய விவரம் பின்வருமாறு.

CO_2 ஐ வெளியிடும் மூலாதாரங்கள்:-

புதைபடிவ எரிபொருட்கள் எரித்தல், தொழிற்சாலைகள், மின் நிலையங்கள் (Power stations), போக்குவரத்து வாகனங்கள், காடுகள் அழிக்கப்படுதல், பெட்ரோலியத்தின் துணைப்பொருட்கள் (Petroleum byproducts), சிமெண்ட் தொழிற்சாலை போன்றவை CO_2 ன் மூலாதாரங்கள் ஆகும். பசுமை இல்ல விளைவின் முதன்மை வாயு இதுவாகும். உலக வெப்பமடைதலில் 50% காரணம் இவ்வாயுவே.

2) மீத்தேன் (CH_4) :-

மீத்தேன் வாயுவின் முதன்மை மூலாதாரம் காட்டுத்தீயாகும். காட்டுத்தீ வெளியிடும் ஒவ்வொரு 100 யூனிட் CO_2க்கும் 1யூனிட் மீத்தேன் வெளியாகிறது. இறந்த உயிரியல் பொருட்கள் காற்றில்லா சுவாசம் மூலம் சிதைவடைவதாலும் உயிரியத் தொகுதிகள் எரிவதாலும், குப்பையை நிலத்தகப்படுத்தல் (Land fills) காரணமாகவும், சதுப்பு நிலங்கள் மூலமாகவும் மீத்தேன் உற்பத்தியாகிறது. பூமி வெப்பமடைதலில் 18% மீத்தேன் வாயுவால் ஏற்படுகிறது.

மனிதர்களால் உருவாக்கப்படும் குளோரோஃப்ளூரோகார்பன்கள்:-

அ) $CFCl_3$ ஆ) CF_2Cl_2 இ) CF_3Cl_3 ஈ) CCl_4 உ) CH_3Cl_3 ஊ) $CHClF_2$

எ) CF_2ClBr ஏ) $CBrF_3$

இந்த மூலக்கூறுகள் குளிரூட்டிகளாகவும் (Coolant) முன்னுந்தி (Propellant)களாகவும் செயல்படுகின்ற கருவிகளில் இருந்து காற்றில்

விடப்படுகின்றன. CFC வாயுக்கள் நச்சுத்தன்மையற்ற, சுலபமாக திரவமாக மாறக்கூடிய மந்த வாயுக்கள் (Inert gas) ஆகும். இவை குளிர்சாதனப்பெட்டி, குளிரூட்டும் கருவி, திணிமங்கள் (Package material), மின்கடத்தா உறைகள் (Insulation), கணினிகளில் உள்ள எலக்ட்ரானிக் மின்சுற்றுப் பலகைகள் (Electronic circuits boards), மைக்ரோசிப் போன்றவற்றைச் சுத்தப்படுத்தும் திரவங்களில் உள்ளன. இதுவரை வெளியிடப்பட்டுள்ள CFC க்களில் 90–95% இன்றும் காற்றில் உள்ளன. ஒரு ஆண்டில் 1 % மட்டுமே அகற்றப்படுகிறது. ஒவ்வொரு ஆண்டும் 10–11% வரை CFC ன் அளவு அதிகரிக்கிறது. பூமி வெப்பமடைதலில் 14% CFC யால் ஏற்படுகிறது

4) நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு (N_2O):-

காடுகள் அழிக்கப்படுதல், உயிரியத் தொகுதிகள் எரிக்கப்படுதல், நைட்ரஜன் அடங்கு உரங்கள், புதைபடிவ எரிபொருட்கள் எரிக்கப்படுதல் போன்றவற்றால் இவ்வாயு உற்பத்தியாகிறது

5) SO_2 :-

புதைபடிவ எரிபொருள்கள் எரிக்கப்படுதல், தொழிற்சாலைகள் மற்றும் வாகனப் போக்குவரத்து போன்றவற்றால் உற்பத்தியாகிறது.

6) ஓசோன் (Ozone) :-

ஓஸோனானது நீர் மற்றும் காற்று ஆகியவற்றைச் சுத்தப்படுத்தவும், நெசவுத்தொழில் (Textile) போன்றவற்றில் கிருமி நீக்கம் செய்யவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வேதிப்பொருட்கள் உற்பத்தி, மின்னல் வீசும்போது ஏற்படும் மின்னிறக்கம் (Electrical Discharge) மற்றும் மின் கருவிகளில் ஏற்படும் மின்பொறிகள் (Spark) ஆகியவற்றிலும் ஓசோன் உற்பத்தியாகிறது. உலக வெப்பமயமாதலில் 15% ஓஸோன் மூலம் ஏற்படுகிறது.

பச்சை இல்ல விளைவால் ஏற்படும் தீமைகள்:–

1) வெப்ப நிலை மாற்றங்கள்:-

CO_2 வெளியீட்டின் தற்போதைய நிலைமை தொடருமானால் பூமியின் வெப்பம் இன்னும் 50 ஆண்டுகளில் 22°c வரை உயரக்கூடும்.

2) துருவக் கடற்பனிக் கட்டிகள்:-

பூமியின் மேற்பரப்பின் வெப்பம் 4.5° F முதல் 10° F வரை உயர்ந்தால் துருவப்பனிக்கட்டிகள் மற்றும் பனியாறுகள் (Glacier) உருகுதல் மேலும் உயரும் அபாயம் உள்ளதென அறிவியலாளர்கள் அஞ்சுகின்றனர். இதனால் கடல் மட்டம் உயர்ந்து நியூயார்க், லாஸ் ஏஞ்சல்ஸ், லண்டன், வெனிஸ் மற்றும் ஷாங்காய் போன்ற பெரும் கடற்கரை நகரங்கள் மூழ்கிவிட வாய்ப்புள்ளதாகவும் அறிவியலாளர்கள் தெரிவிக்கின்றனர்.

3) தட்பவெப்பநிலை மாறுபாடு (Climate Changes):-

பூமியின் சராசரி வெப்ப உயர்வு 3°c அளவுக்கு இருந்தால் நிலநடுக்கோட்டுக்கு வடக்கே உள்ள பகுதிகளில் சில பருவங்களில் சராசரியாக 10°c வரை வெப்ப உயர்வு ஏற்படுகிறது (U.N.E.P 1987). அங்கு பசுமை இல்ல விளைவின் காரணமாக குளிர்காலங்கள் குறைவாகவும் அதிக மழையுடனும் இருக்கும். கோடைகாலங்கள் நீண்டு வறட்சியாகக் காணப்படும். மிதவெப்ப மண்டலங்கள் இப்போதைய நிலையைக் காட்டிலும் அதிக வறட்சியாகவும் வெப்ப மண்டலப் பகுதிகள் அதிக மழையுடனும் இருக்கும். வெப்பம் உயர உயர நீர் ஆவியாதல் (Evaporation) அதிகரிப்பதால் மழையின் அளவு 11–15% வரை அதிகரிக்கக்கூடும். இதனால் விவசாய நிலங்களும் வேளாண் முறைகளும் கூட பாதிக்கப்படலாம்.

4) பயிர் உற்பத்தியும் (Crop production and nutrient depletion) ஊட்டக் குறைவும்:-

வெதுவெதுப்பான தட்பவெப்பநிலையானது, கோதுமை போன்ற பயிர்களை பயிரிட ஏற்ற பகுதிகளாக துருவப் பகுதியை மாற்றி விடும். அதாவது துருவப்பகுதியின் கடுங்குளிர் நிலை மாறி வெப்ப நிலை உயருமானால் அப்பகுதிகள் கோதுமை போன்ற சில குறிப்பிட்ட பயிர்களை பயிரிட ஏற்றதாக மாறிவிடக்கூடும். மேலும் புல்வெளிகள் விரிவடையும். காடுகள் சுருங்கி துருவப்பகுதியை நோக்கி நகர்ந்து விடும்.

CO_2 ஒரு இயற்கை உரம் என்பதால் பூமியில் CO_2ன் அளவு உயரும் போது பயிர்களின் விளைச்சல் அதிகரிக்கும். ஆனால் பயிர்கள் அதிகரிப்பதன் காரணமாக மண்வளம் சீக்கிரமாகக் குறைந்து விடுவதால் அதிக உரங்கள் இடவேண்டிய நிலை அதிகரிக்கும்.

ஒளிச்சேர்க்கையின் போது 3 கார்பன் அணுக்களை உடைய இடைநிலைப் பொருட்களாக உருவாக்கும் தாவரங்கள் (C_3 தாவரங்கள்) CO_2 உயர்வுக்கு நன்றாக மறுவினை (Response) புரிகின்றன. ஆனால் நான்கு கார்பன் அணுக்களை உடைய (C_4 தாவரங்கள்) தாவரங்கள் அவ்வாறு மறுவினை புரிவதில்லை. உலகில் உள்ள முக்கிய 20 முதன்மைப் பயிர்களில் சோளம், மக்காச்சோளம், தினை மற்றும் கரும்பு ஆகிய நான்கும் C_4 பயிர்கள் ஆகும். மீதியுள்ள 16 பயிர்களும் (சோயா பீன்ஸ், அரிசி, கோதுமை போன்றவை) C_3 பயிர்களாகும். CO_2 அளவு உயர்வதால் இந்த பயிர்களின் விளைச்சல் அதிகரிக்கும். இதன் காரணமாக விவசாயத்தின் பொருளாதாரத்திறன் (Economic viability), வேளாண் வேலைவாய்ப்பு (Agricultural employment), வணிகப் பொருட்களின் விலை, உலக வர்த்தக அமைப்பு ஆகிய அனைத்தும் சந்தேகத்திற்கிடமின்றி மாற்றமடையும்.

பிற விளைவுகள்

1) மக்கள் தொகைப் பெருக்கத்தால் காடுகள் அழிக்கப்பட்டு CO_2ன் அளவு காற்றில் அதிகரிக்கிறது, மலைப்பிரதேசங்களில் CO_2 ஆனது ஒளிவேதிவினைகளுக்கு உட்பட்டு மிகவும் ஆபத்தை விளைவிக்க கூடிய CO ஆக உருவாகிறது.

$CO_2 + hv \rightarrow CO + O$

2) வெப்ப மண்டலப் பெருங்கடல்களில் சூறாவளிகளும் புயற்காற்றும் அதிகம் உருவாகும். மலைப் பிரதேசங்களில் பனி உருகி பருவ மழைக்காலங்களில் பெருவெள்ளம் ஏற்படும். UNIPயின் கணக்குப்படி இன்னும் 25 ஆண்டுகளில் கடல் மட்டம் 1.5 முதல் 3.5 மீட்டர் வரை உயரும்.

(3) மேகப் போர்வை 50–60% க்கு மேல் உயரக்கூடும்

(4) சூழ்நிலை மண்டலத்தின் சமநிலை பாதிக்கப்படும்.

பசுமை இல்ல விளைவுகளின் தடுப்பு முறைகளும் கட்டுப்படுத்துதலும்:-

UNEPயானது 1989 ம் ஆண்டு ஜீன் 5ம் தேதி உலகச் சுற்றுச்சூழல் தினத்தன்று பொதுமக்களுக்கு விழுப்புணர்ச்சி ஏற்படுத்துவதற்காக Global warming : Global warming என்னும் முழக்கத்தை தேர்ந்தெடுத்தது. பூமியின் வெப்ப நிலை உயர்ந்தால் உலக உணவு உற்பத்தி கடுமையாக பாதிக்கப்படும். பூமியின் மேற்பரப்பின் வெப்ப நிலை உயர்ந்தால் உயிரிய உற்பத்தியும் (Biological Productivity) பாதிக்கப்படும். எனவே உலகின் நிலப்பரப்பில் மூன்றில் ஒரு பங்கு

காடுகள் இருப்பது அவசியம். கீழ்க்கண்டவற்றை பின்பற்றுவதன் மூலம் பசுமை இல்ல விளைவினால் ஏற்படும் தீமைகளை கட்டுப்படுத்தலாம்.

1) நிலக்கரி, பெட்ரோலியம் போன்ற புதைபடிவ எரிபொருட்களின் பயன்பாட்டைச் குறைத்தல்

காற்று, சூரியசக்தி, சாண வாயு (Bio gas) போன்ற புதுப்பிக்கவல்ல மரபு வழி ஆற்றல் (Conventioneal renewable source) ஆதராங்களைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் இதைச் சாதிக்கலாம்

2) பசுமை இல்ல வாயுக்கள் உருவானதும் சுற்றுச்சூழலில் அவை வெளியேறாமல் தடுத்து பாதுகாப்பாக அப்புறப்படுத்துதல்.

3) உலக அளவில் பசுமை இல்ல வாயுக்களை குறைக்கும் முயற்சியில் உலக நாடுகள் ஈடுபடுதல்

4) CO_2 போன்ற பசுமை இல்ல வாயுக்களை இரும்பு வளம் மிக்க பெருங்கடல்கள் உட்கவர்தல்:–

இரும்புத்தாது அதிகமாக உள்ள கடற்பகுதிகள் CO_2ஐ காற்றிலிருந்து உட்கவர்ந்து பாசிகளை உற்பத்தி செய்கின்றன இதன் மூலம் CO_2 சுற்றுச்சூழலில் இருந்து அகற்றப்படுகிறது

5) காடுகளை வளர்த்தல்:-

ஒளிச்சேர்க்கையின்போது மரங்கள் CO_2 ஐப் பயன்படுத்திக்கொள்கின்றன. இந்தியா, பிரேசில் இந்தோனேஷியா, ஆப்பிரிக்கா, பாகிஸ்தான், கொலம்பியா போன்ற நாடுகளில் அழிக்கப்பட்ட காடுகளை மீண்டும் வளர்த்தால் 50–60% CO_2 குறைந்துவிடும் என்று கணிக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே வளர்ந்துவரும் நாடுகளில் காடுகள் மிதமிஞ்சி அழிக்கப்படுவதைச் சட்டம் இயற்றித் தடுக்க வேண்டும்.

6) தொழிற்சாலைகள், வாகனங்கள் போன்றவை வெளியிடும் பசுமை இல்ல வாயுக்களின் அளவைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

7) அமெரிக்கா போன்ற வளர்ந்த நாடுகள் உள்ளிட்ட அனைத்து நாடுகளிலும் வாரத்தில் ஒரு நாள் வாகனங்களை ஓட்டாத நாள் (No driving day) என்று கடைபிடிக்க வேண்டும்.

புகைபனி (Smog)

Smog – புகை பனி என்னும் வார்த்தை வூக்ஸ், H.A தேஸ் (Voeux, H.A. Des 1905) ஆகியோரால் 1905 ஆம் ஆண்டு இடப்பட்டது. புகை மற்றும் அடர்ந்த மூடுபனி (Smoke and Fog) ஆகிய இரண்டு சொற்களும் இணைத்து smog என்னும் சொல் உருவாக்கப்பட்டது.

புகைபனியில் முக்கியமானது ஒளிவேதியியல்புகைபனி (Protochemical) ஆகும். சாதாரண புகைபனியானது புகையும் மூடுபனியும் கலந்து உருவாகிறது. ஆனால் ஒளிவேதியியல் புகைபனியானது (Photochemical smog) நைட்ரஜன் ஆக்ஸைடு, ஹைடிரோகார்பன்கள் போன்றவை சூரிய ஒளியின் புறஊதாக் கதிர்களுடன் வினைபுரியும் போது உருவாகிறது. இப்புகைபனியால் கண்கள் மற்றும் நுரையீரல் எரிச்சல் ஏற்படும்.

புகைபனியின் விளைவுகள் :-

O_3 மற்றும் PAN (பெராக்ஸி அசைல் நைட்ரேட்) ஆகியவை கண்களில் எரிச்சல், கண்ணீர் வழிதல் போன்றவற்றை ஏற்படுத்துகின்றன. மேலும் சுவாசக்குழாயும் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. O_3 யின் குறைந்த அடர்த்தி (Lower conc)மூக்கு மற்றும் தொண்டை எரிச்சலையும் அதிக அடர்த்தியானது இருமல், தலைவலி, தொண்டை வறட்சி, நெஞ்சுவலி, மூச்சுத்திணறல் போன்றவற்றையும் ஏற்படுத்துகிறது.

(2) PAN போன்ற ஒளிவேதியல் ஆக்ஸிகரணிகள் ஒளி நச்சுகள் (Phototoxic) ஆகும். இவை மண் மற்றும் நீரில் உள்ள நுண்ணுயிர்களை அழித்துவிடுகின்றன

(3) ஒளிவேதியியல் புகைபனியானது சூழ்நிலையின் வெப்பச்சமன்நிலையை (Thermal equilibrium) பாதிக்கிறது. மண்வளத்தைக் குறைக்கிறது. நன்னீர்குளங்கள் மற்றும் ஏரிகளின் சூழ்நிலை மண்டலங்களைப் பாதிக்கிறது.

(4) உலோக கற்கள், கட்டுமான பொருட்கள், துணி, காகிதம் ரப்பர், தோல் போன்றவை சிதைவுறுதல் (Weathering) இந்த ஒளிவேதியியல்புகைபனியின் தாக்கத்தால் தான் என்று அறிவியலாளர்கள் கருதுகின்றனர்.

(5) ரப்பர், இயற்கை மற்றும் செயற்கைத் துணியிழைகள் போன்ற கரிமப் பாலிமர்களை (Organic Polymer) நீண்டநேரம் ஓசோன் வாயுவுக்கு ஆட்படுத்தும் போது வேதிய மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன.

ஒளிவேதியியல் புகைபனியைக் கட்டுப்படுத்துதல்:-

ஹைடிரோ கார்பன்கள், நைட்ரஜன் ஆக்ஸைடுகள் போன்றவைகளை கட்டுப்படுத்துவதன் விளைவாக O_3 மற்றும் PAN போன்ற இரண்டாம்நிலை மாசுபடுத்திகளைக் கட்டுப்படுத்த இயலும். தற்போது ஹைடிரோ கார்பன்களின் வெளியேற்றத்தைத் தடுக்க சில தொழில்நுட்பங்கள் உள்ளன.

1) சாம்பலாக்க முறை (Incineration method)

2 புறஉறிஞ்சல் முறை (Adsorption method)

3) உட்கிரகித்தல் முறை (Absorption method)

4) செறிவித்தல் முறை (Condensation method)

1) சாம்பலாக்க முறை :-

இதில் ஹைடிரோ கார்பன்கள் தீயின் மூலம் ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்பட்டு CO_2 ஆகவும் HOH ஆகவும் பிரிக்கப்படுகிறது.

2) புற உறிஞ்சல் முறை :-

இம்முறையில் திறன் சேர்ந்த கார்பன் (Activated Carbon) பரப்பப்பட்ட நுண்துகள்படுகையானது உறிஞ்சுபரப்பாகச் (Adsorber) செயல்படுகிறது. இப்படுகையின் வழியாகக் கழிவு வாயுக்களைச் செலுத்தும்போது ஹைடிரோகார்பன் ஆவியானது திறன்சேர்ந்த கார்பன் படுகையால் உட்கவரப்படுகிறது. இவ்வாறு உட்கவரப்படும் ஹைடிரோகார்பன்கள் கார்பன்படுகையிலேயே தங்கிவிடும், இப்படுகைகளை அவ்வப்போது சேகரித்து அவற்றின் மீது நீராவியைச் செலுத்தி ஹைடிரோ கார்பன்களைப் பிரித்தெடுத்துத் திரவமாகக் குளிரவைத்துத் தேவையான போது பயன்படுத்தி கொள்ளலாம்.

3) உட்கிரகித்தல் முறை:-

ஹைடிரோகார்பன்கள் அடங்கிய திரவத்தை பிற கழிவு வாயுக்களுடன் கலந்து ஓர் உறிஞ்சல் எண்ணெய் (Scrubbing oil) வழியாக அனுப்பும்போது

ஹைடிரோகார்பன்கள் உறிஞ்சல்எண்ணெயால் உட்கிரகிக்கப்பட்டு பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

4) செறிவித்தல் முறை :-

ஹைடிரோகார்பன்களைச் செறிவிக்கக் குறைந்த வெப்ப நிலை தேவை. இதன் மூலம் வாயுநிலையில் உள்ள ஹைடிரோ கார்பன்கள் திரவமாகக் குளிர்ந்து விடுகிறது. இது பின்னர் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படுகிறது.

காற்று மாசுறுதலைத் தடுத்தல் மற்றும் கட்டுப்படுத்துதல்:-

காற்று மாசடைவதைத் தடுத்தல் என்பது எளிதான காரியமல்ல. தற்கால வாழ்க்கை முறையில் வளரும் வசதிகளும் தேவைகளும் காற்று மாசுறுதலை ஏற்படுத்துகின்றன. எனினும் காற்று மாசுறுதலை அதிக செலவின்றி கீழ்கண்ட முறையில் தடுக்க முடியும்.

1) கவனமுடன் திட்டமிட்டு தொழிற்சாலைகளை அமைத்தல்

2) மேம்பட்ட வடிவமைப்புடைய கருவிகளைப் பயன்படுத்துதல்

3) கருவிகளை சரியான முறையில் இயக்குதல்

4) தீமை செய்யும் வேதிப்பொருட்களுக்கு மாற்றாக வேறு பொருட்களை பயன்படுத்துதல்

5) காற்று மாசுபடுத்திகளை அவை உற்பத்தியாகும் இடத்திலோ அல்லது அவை வெளியேறும் இடத்திலோ பிரித்தெடுத்து, பிரித்தெடுத்த வேதிப்பொருள் பயனற்ற நச்சுப்பொருள் என்றால் அதனைச் சுற்றுச்சூழலில் வெளியிடாமல் தடுத்துச் சிறப்பு முறைகள் மூலம் அவற்றைத் தனியிடத்தில் வைத்து அழித்தல்.

காற்று மாசுபடுதலைக் கட்டுப்படுத்தும் பொதுமுறைகள் (General methods of Air Pollution Control)

1) குறிப்பிட்ட மண்டலங்களில் தொழிற்சாலைகளை அமைத்தல் (Zoning).

2) மாசுகளை ஆதார அளவிலேயே கட்டுப்படுத்துதல்

3) மாசுகளைக் குறைக்கும் கருவிகளைப் பொருத்துதல்

4) உயரமான புகைக்கூண்டுகளை நிறுவி புகையை ஆகாய வெளியில் விடல்

5) மரங்களை நடுதல் மற்றும், தாவரங்களை வளர்த்தல்.

தொழிற்சாலைகளை மண்டலத்தில் அமைத்தல் (Zoning)

தொழிற்சாலைகளை அமைக்கும் இடங்கள் தொழிற்சாலைகளின் வகைகளையும், அவற்றின் பணியையும் பொருத்தது. தொழிற்சாலைகளைச் சரியான இடத்தில் அமைத்தாலே ஒரு சமுதாயத்தின் ஆரோக்கியம் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் அதிகரிக்கும். இதன் மூலம் மக்கள் குடியிருப்புகளுக்கு அருகே விரும்பத் தகாத தொழிற்சாலைகள் உருவாவதைத் தடுக்கலாம். எனவே நச்சுப்பொருட்கள், தீமை செய்யும் வாயுக்கள் மற்றும் துர்நாற்றம் போன்றவை குடியிருப்புகளைத் தாக்குவதைத் தவிர்க்கலாம். இதுபோன்ற தொல்லை தரக்கூடிய தொழிற்சாலைகளை நகருக்கு வெளியே தொலைதூரத்தில் பரந்த இடப்பரப்பில் அமைக்கலாம்.

2) மாசுகளை ஆதார அளவிலேயே கட்டுப்படுத்துதல் (Control at source)

(அ) கச்சாப் பொருட்களுக்கு மாற்றீடு செய்தல் (Raw material substitution)

தொழிற்சாலைகள் பயன்படுத்தும் கச்சாப்பொருட்கள் மாசுகளை உண்டாக்கக்கூடியவை என்றால் அவற்றிற்குப் பதிலாக மாசு ஏற்படுத்தாத அல்லது குறைவாக ஏற்படுத்தக் கூடிய மாற்றுப்பொருட்களைப் பயன்படுத்தலாம். எடுத்துக்காட்டாக, பென்ஸீனுக்கு பதிலாக டொலுயீன், சைக்ளோஹெக்ஸேன் போன்றவற்றையும், ஈயத்திற்குப் பதிலாக துத்தநாகத்தையும், பெரிலியத்திற்கு பதிலாக கால்ஷியம் பாஸ்பேட்டையும் ஆஸ்பெஸ்டாஸிற்கு பதிலாகக் கண்ணாடி இழைகளையும் பயன்படுத்தலாம்.

ஆ) கருவிகளை மாற்றி வடிவமைத்தல் அல்லது செயற்பாட்டு நடைமுறைகளை மாற்றியமைத்தல் (Redesigning equipment or changing the operational procedure)

தயாரிப்பு நிறுவனங்களில் இருந்து வெளியாகும் நச்சுப்பொருட்களின் அளவை, கருவிகளின் வடிவத்தை மாற்றி அமைப்பதன் மூலம் குறைக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக டீசல் எஞ்சினுக்குப் பதிலாக பாட்டரிகளால் இயக்கப்படும் மின்சார எஞ்சினைப் பயன்படுத்தலாம்.

எஃகு தொழிற்சாலைகளில் திறந்த நிலை கணப்புலைகளுக்குப் (Hearth furnace) பதிலாக ஆக்ஸிஜன் உலைகளைப் பயன்படுத்தினால் மாசுறுதல் மிகவும் குறையும்.

இ) மாசுக்கட்டுப்படுத்திகளை நிறுவுவதல்

மாசுபடுத்திகள் சுற்றுச்சூழலில் கலந்து விடாமல் தடுக்கும் கருவிகளில் மூன்று வித தூசிச் சேகரிப்பான்கள் உள்ளன.

1) உட்புறப் பிரிப்பான்கள் (Internal Separators)

2) ஈர சேகரிக்கும் கருவிகள் (Wet collection devices)

3) நிலைமின் –வீழ்படிவாக்கிகள் (Electrostate precipitation)

1. உட்புறப் பிரிப்பான்கள்

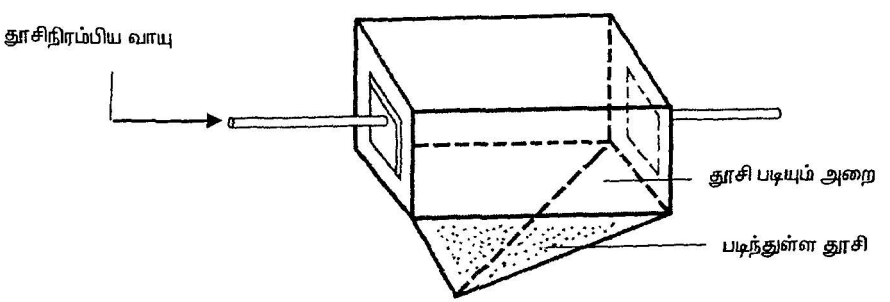
இவை வாயுக்களில் கலந்துள்ள தூசிகளைப் பிரிக்கின்றன. இக்கருவிகள் பல்வேறு வடிவங்களிலும், அளவுகளிலும் கிடைக்கின்றன. இதிலும் 3 வகைகள் உள்ளன.

ஈர்ப்பு படிவிப்பு அறை (Gravity setting chamber)

சுழல் சேகரிப்பான் (Cyclone)

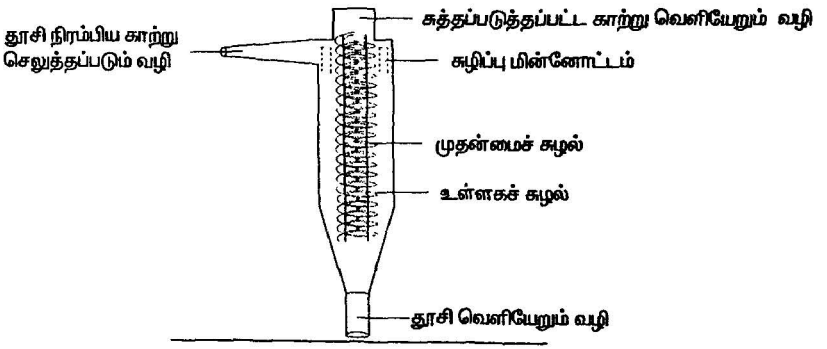
இழை வடிப்பான்கள் (Fabric filters)

ஈர்ப்பு படிவிப்பு அறை



இதில் வாயுக்களில் இருந்து தூசிகளைப் பிரித்தெடுக்கும் பெரிய அறைகள் உள்ளன. இவ்வறைகளில் வாயுக்களைக் குறைந்த வேகத்தில் செலுத்தும்போது தூசிகள் அறையின் அடியில் படிந்து விடுகின்றன. இக்கருவிகளின் மூலம் 25–30μm அளவுடைய தூசிகளை மட்டுமே பிரித்தெடுக்க இயலும். சிறு அளவுடைய தூசிகளைப் பிரித்தெடுக்க இக்கருவி பயன்படாது.

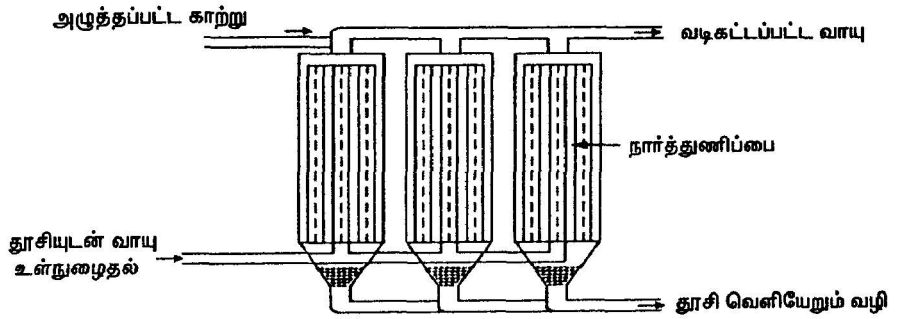
சுழல் சேகரிப்பான் (Cyclone):-



ஒரு வாயுவானது இரட்டைச் சுழலின் (Double vortex) வழியாக பயணிக்கும்போது வாயுவில் உள்ள துகள்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன. சுழல் சேகரிப்பான் கருவியில் மையவிலக்கு விசையை உருவாக்கும் இறுக்கமான சுருள் உள்ளது. இச்சுருளின் வழியாகப் பாயும் வாயுவில் உள்ள மிதக்கும் பொருட்கள் மையவிலக்கு விசையின் காரணமாக வெளிப்புறச் சுவற்றை நோக்கித்தள்ளப்பட்டுச் சேகரிக்கப்படுகின்றன. இக்கருவியின் மூலம் 5–30μm அளவுடைய நுண் துகள்கள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

துணி வடிப்பான்கள் (Fabric filters):-

துணி வடிப்பான்களில் வாயுவானது ஒரு துணியின் வழியாகச் செலுத்தப்படும் போது தூசிகள் துணியில் ஒட்டிக்கொள்கின்றன பெரியதுகள்களையுடைய வாயுவானது குறைந்த வேகத்தில் பாயும்போது தூசிகள் படிவாக்கத்தின் (Sedimentation) காரணமாகப் படிந்து விடுகின்றன. நிலைமின்னூட்டத்தின் (Electrostatic) காரணமாக நுண்தூசிகளும் துணியின் மீது படிந்து விடுகின்றன.



பை வடிப்பான்கள் (Bag filters) :-

இவை தொழிற்சாலைகளில் உற்பத்தியாகும் வாயுக்களில் இருந்து தூசிகளை பிரித்தெடுக்கப் பயன்படுகிறது. இக்கருவியில் நார்த்துணியால் (felted fabric) ஆன குழாய் வடிவ பை ஊடகம் உள்ளது. பையின் குறுக்களவு 1 மீட்டர், உயரம் 7 முதல் 10 மீ ஆகும். இது 99% தூசிகளைக் சேகரித்து விடுகிறது. புவியீர்ப்பின் காரணமாக எடை அதிகமுள்ள துகள்கள் கீழே படிந்து விடுகின்றன. நுண்துகள்கள் பையில் படிந்து விடுகின்றன. அழுத்தப்பட்ட காற்றினை (compressed air) எதிர்திசையின் வழியாக செலுத்தி பையானது அவ்வப்போது சுத்தம் செய்யப்படுகிறது.

2. ஈர சேகரிப்புக் கருவிகள் (Wet collection devices):-

இக்கருவிகளில் திட, திரவ மற்றும் வாயுநிலை மாசுபடுத்திகளை அகற்ற திரவங்கள் பயன்படுகின்றன இதில் வாயுக்களில் உள்ள தொங்கு மாசுகள் (Suspended Pollutants) உறிஞ்சல் திரவத்தின் (Scrubbing liquid) மூலம் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. ஈரச் சேகரிப்புக்கருவியில் கீழ்க்கண்ட இரண்டு வகைகள் உள்ளன.

சுழல் உறிஞ்சல் (Cyclonic Scrubber):-

இவற்றில் 90% தூசிகள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இவை 5.0μm அளவுள்ள தூசித் துகள்களை பிரித்தெடுக்கின்றன இக்கருவி ஒரு நிமிட நேரத்தில் 2000 லி வாயுவினைச் சுத்தப்படுத்தக்கூடியது.

வென்ச்சூரி உறிஞ்சல் (Venturi scrubber):-

இதன் மூலம் 99% வாயுக்களைச் சுத்தம் செய்யலாம். மேலும் இதன் மூலம் மிக நுண்ணிய துகள்களை அகற்ற முடியும். இக்கருவி ஒரு நிமிடத்தில் 4000 லி வாயுவைச் சுத்தப்படுத்தும் திறனுடையது.

3) நிலை மின் வீழ்படிவாக்கிகள் (Electrostatic Precipitators):-

இதன் மூலம் 0.0001 செ.மீ அளவுடைய துகள்களை அகற்ற முடியும். தூசிகளை உயர்மின்னழுத்தப்பகுதியின் வழியாகச் செலுத்தும்போது அத்துகள்கள் மின்னேற்றம் அடைவதால் எதிர் மின்னேற்றப் பகுதியை நோக்கி ஈர்க்கப்படுகின்றன. அங்கு அவை சேகரிக்கப்பட்டு அகற்றப்படுகின்றன.

இக்கருவிகளில் உயர்மின்னழுத்தம் ஏற்றப்பட்ட தட்டுகள் வரிசையாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. நேர் மின்னழுத்தத் தட்டும் எதிர் மின்னழுத்தத் தட்டும் மாறிமாறி அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தட்டுகளின் வழியாகச் செலுத்தப்படும் துகள்கள் அத்தட்டின் மின்னேற்றத்தைப் பெறுகின்றன. அடுத்த தட்டில் எதிர் மின்னேற்றம் இருப்பதால் இத்துகள்கள் அதனை நோக்கி ஈர்க்கப்படுகின்றன. அதாவது ஒரு தட்டில் மின்னேற்றம் செய்யப்படும் துகள் அடுத்த தட்டில் வீழ்படிவாக்கப்படுகிறது. இரண்டு தட்டுகளுக்கும் இடையே உள்ள மின்னழுத்தம் 50,000 வோல்ட்டுகளாகும். இதன் காரணமாக உருவாக்கப்படும் எண்ணிலடங்கா எலக்ட்ரான்கள் வாயு மூலக்கூறுகளை உடைத்து எதிர்மின் தன்மையுடையதாக (-ve) மாற்றுகின்றன. +ve அயனிகள் -ve முனை எலக்ட்ரோடுகளுக்கு திரும்பி எலக்ட்ரான்களைப் பெறுகின்றன. -ve அயனிகள் தூசித்துகள்களுடன் இணைந்து அவற்றை எதிர் மின் தன்மையுடையதாக மாற்றுகின்றன. இதனால் எதிர்மின்தன்மையுடைய தூசிகள் நேர்மின் தன்மையுடைய தட்டுகளில் சேகரிக்கப்படுகின்றன. இக்கருவிகள் 99.9% தூசிகளைச் சுத்திகரிக்கும் திறனுடையது. மேலும் இக்கருவியால் ஒரு நிமிடத்தில் 600°c வெப்ப நிலையில் 150000 லிட்டர் வாயுவினை சுத்தப்படுத்த முடியும்.

புகைபோக்கிகள் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுதல்:-

மாசுபடுத்திகளை மிக உயரத்திற்கோ அல்லது மிகத் தொலைவிற்கோ எடுத்துச்சென்றால் அவற்றின் செறிவானது விரவல் முறை மூலமாகவோ அல்லது நீர்த்தல் முறை மூலமாகவோ குறைக்கப்படுகிறது. மாசுபடுத்தியானது காற்றில் விரவிப் பரவுதல் சுற்றுச்சூழலின் வெப்ப நிலை, காற்றின் வேகம் மற்றும் திசையை பொருத்துப் அமைகிறது. இதனைக் கருத்தில் கொண்டு உயரமான புகைப்

போக்கிகள் மூலம் மாசுபடுத்திகள் ஆகாயத்தில் விடப்படுகின்றன. மாசுபடுத்திகளை ஆகாயத்தில் விடும்போது அவை சமமாகப் பரவும் வகையில் மிக உயரத்தில் வெளியிடுவதற்கு ஏற்றபடி புகைபோக்கிக் கூண்டின் உயரம் இருக்க வேண்டும்.

மரங்கள் நடுதல் மற்றும் தாவரங்கள் வளர்த்தல் மூலம் கட்டுப்படுத்துதல்:-

தொழிற்சாலைகளில் இருந்து வெளியேறும் மாசுபடுத்திகள் காற்றில் பரவாமல் தடுக்கத் தொழிற்சாலைகளைச்சுற்றி மாசுகளைத் தாங்கும் திறன்கொண்ட மரங்கள் மற்றும் தாவரங்களை வளர்க்க வேண்டும் என்று பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் வாயுக்களின் நாற்றத்தைத் தடுக்க அவற்றைத் திறன் சேர்க்கப்பட்டகரி (Actiated Charcoal), மணல் மற்றும் மண் ஆகியவற்றின் ஊடாக செலுத்தலாம். மேலும் Cl_2, O_3, மற்றும் H_2O_2 போன்ற ஆக்ஸிகரண முகவர்களைப் பயன்படுத்தியும் நாற்றத்தைப் கட்டுப்படுத்தலாம். மேலும் உள்ளிடச்சூழல்களை (Indoor Environment) புகை சூழ்ந்து கொள்ளாமல் இருக்க சுத்தமான எரிபொருள், தரமான கருவிகள் மற்றும் நல்ல காற்றோட்டம் உள்ள கட்டடங்களை அமைத்தல் நலம்.

நுண்ணலை மாசுபாடு உணர்விகள்:-

(Microwave Pollution detector)

மேரிலேன்ட் (USA) என்னும் இடத்தில் உள்ள NIST –(National Institute of standards and Testing) தேசிய தர நிர்ணய மற்றும் ஆய்வுக் கழகத்தைச் சேர்ந்த அறிவியலாளர்கள் காற்றில் கலந்துள்ள சிறு அளவிலான மாசுப்பொருட்களை கண்டறியும் கருவியைக் கண்டு பிடித்துள்ளனர். இக்கருவி 10PPB அளவுடைய கரிம மற்றும் கனிம வாயுக்களை அளவிடப் பயன்படுகிறது. அளவிட வேண்டிய மாதிரி வாயுவை (Sample gas) இக்கருவியின் கூம்புக்குழல் (Nozzle) வழியாக செலுத்தி–272°C வெப்ப நிலைக்கு குளிரவைக்கப்படுகிறது. இந்த வெப்பநிலையில் மூலக்கூறுகளை அவற்றின் ஒளி உறிஞ்சும் தன்மைக்கேற்றவாறு தனித்தனியாக வேறுபடுத்திக் கண்டறிய இயலும். வாகனப்புகை மற்றும் உள்ளிடக் காற்றின் தன்மை ஆகியவற்றை அறிய இக்கருவி பயன்படுகிறது.

காற்று மாசுபடுதலின் உயிரியச் சுட்டிகள்
(Biological indicators for air pollution)

ஒரு சுற்றுச்சூழலின் தகுதிநிலையை (Status) அறிய உயிர்பொருட்களை பண்புசார் அளவாகப் (qualitative) பயன்படுத்துதல் உயிரியச் சுட்டுதல் (Biological indication) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதற்குப் பயன்படுத்தும் உயிர்ப்பொருட்கள் உயிரியச் சுட்டிகள் எனப்படும். உட்விஸ் (1964) (Woodwiss 1694) என்னும் அறிவியலாளர் கீழ்க்கண்ட முதுகெலும்பற்ற உயிரிகள் சூழ்நிலைகளில் இருந்து மறைந்து விடுதல் மாசுறுதலின் அளவை சுட்டிக்காட்டுவதாக குறிப்பிட்டுள்ளார். அவையாவன. கல் தும்பி (Stonefly), காரீசல் (Mayfly), ஆம்ஃபிபோடுகள், ஐசோபோடுகள், ஆலிகோகீட்டுகள் போன்றவை. சில தாவரங்களும் உயிரிய சுட்டிகளாக காற்று மாசடைந்துள்ளதை அறிவிக்கின்றன. கீழ்க்கண்ட பட்டியலில் சில தனிமங்களைச் சுட்டிக்காட்டும் தாவரங்களின் பாகங்கள் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளது.

தனிமம்	நச்சு அறிகுறிகள்
1) அலுமினியம்	பல வண்ணப் புள்ளிகளையுடைய இலைகள்
2) கோபால்ட்	இலைகளில் வெள்ளைநிற உயிரற்ற புள்ளிகள்
3) காட்மியம்	மஞ்சள் வெள்ளைப் புள்ளிகள் இலைகளில் காணப்படுதல்
4) குரோமியம்	பச்சை நிற நரம்புகளும் காய்ந்த திட்டுகளையும் உடைய மஞ்சள் நிற இலைகள்
5) மெர்க்குரி	வெளுத்த பூவுறைகளும் பாதிக்கப்பட்ட மகரந்தப் பைகளும்

6) மாங்கனீசு	காய்ந்து சுருண்ட இலைகள் வெள்ளைப் புள்ளிகளுடன் காணப்படுதல்
7) ஓசோன்	மேற்பரப்பில் சிவப்பு மற்றும் பழுப்புப் புள்ளிகளைக் கொண்ட இலைகள்
8) PAN	இலைகளின் செல்கள் சிதைதல்
9) SO_2	இலையின் ஓரங்கள் மற்றும் நரம்புகளின் அருகில் வெளிர்நிறப் புள்ளிகள் காணப்படுதல் , திசுக்கள் இழத்தல்

நீர் மாசடைதல் (Water Pollution)

முன்னுரை:–

காற்றுக்கு அடுத்து ஒரு உயிரி பூமியில் உயிர்வாழ இன்றியமையததாக இருப்பது நீர் ஆகும். நமது உடலில் 70% நீரால் ஆனது. அனைத்து விலங்குகளுக்கும் தாவரங்களுக்கும் தேவையான நீரானது மழை நீர், ஆற்று நீர், ஊற்று நீர் போன்ற பல்வேறு வடிவங்களில் பூமியில் பரவியுள்ளது. இயற்கை நீரில் மிகமிகச் சுத்தமானது மழை நீராகும். இயற்கையின் உயிரான நீரானது மாசடைவதால் மொத்த உலகமும் பாதிக்கப்படுகிறது.

நீர் மாசுறுதலின் வரையறை:-

நீரின் இயற்பியல், வேதியியல் மற்றும் உயிரிய பண்புகளில் மனிதனுக்கும் பிற நீர் வாழ் உயிரினங்களுக்கும் தீங்கு விளைவிக்க கூடிய மாறுதல்கள் ஏற்படுதல் நீர் மாசடைதல் எனப்படும்.

நீர் மாசடைதலின் மூலாதாரங்கள்:-

கீழ்க்கண்டவைகளால் நீர் மாசடைகின்றது.

1. வீட்டுக் கழிவுகள்.
2. தொழிற்சாலைக் கழிவுகள்.
3. வேளாண்மைக் கழிவுகள்.
4. உரங்கள்.
5. டிட்டர்ஜென்ட்.
6. நச்சு உலோகங்கள்.
7. சேற்றுப் படிவுகள்.
8. எண்ணெய்.
9. அனல் மாசுபடுத்தி.
10. கதிரியக்கப் பொருட்கள்.
11. பூச்சிமருந்துகள்.

1. வீட்டுக் கழிவுகள் (Domestic sewage):-

பொதுவாக வீட்டுக்கழிவுகளில் காரிமப் பொருட்கள், மனித மலம், சிறுநீர், சோப், தாதுக்கள் மற்றும் வீடுகளில் பயன்படுத்திய அழுக்கு, கழிவுநீர் போன்றவை அடங்கியிருக்கும். நதிக்கரையோரங்களில் உள்ள பெரும்பாலான நகரங்களில் சேரும் வீட்டுக்கழிவுகள் நதிகளில் விடப்படுகின்றன. வீட்டுக்கழிவுகளில் தாமிரம், குரோமியம், துத்தநாகம், மாங்கனீசு, ஈயம் மற்றும் நிக்கல் போன்ற நச்சு உலோகங்கள் இருப்பதாக ஆராய்ச்சிகள் தெரிவிக்கின்றன. மக்கள் தொகைப் பெருக்கத்தால் ஏராளமான கழிவுநீர் ஆறுகளில் விடப்படுகின்றன. கழிவு நீரை சுத்திகரிக்கும் போது கசடு (sludge) என்னும் தொங்கு பொருட்கள் கீழே படிந்துவிடுகின்றன. மீதமுள்ள திரவக் கழிவில் ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+}, NH_4^{+}, Cl^{-}, No_2^{-}, HCO_3^{-} So_4^{--} மற்றும் Po_4^{---} போன்ற அயனிகள் கரைந்துள்ளன என்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

2. தொழிற்சாலைக் கழிவுகள்.

தொழிற்சாலைக் கழிவுகளில் ஃபீனால், ஆல்டிஹைடு, கீட்டோன், அமைன், சையனைடு, உலோகக் கழிவுகள், நச்சு அமிலங்கள், காரப் பொருட்கள், எண்ணெய், பிசுக்கு, சாயம், உயிர்க்கொல்லிகள், உயிரியவழிச் சிதைவுறா மாசுபடுத்திகள், கதிரியக்கக் கழிவுகள் போன்ற மாசுபடுத்திகள் உள்ளன. வேதியப் பொருட்கள், மருந்துப் பொருட்கள், காதிதத் தொழிற்சாலை, சர்க்கரை ஆலை, மது, ஜவுளி, எண்ணெய் சுத்திகரிப்பு, உர உற்பத்தி, சோப்பு தயாரித்தல், டிடர்ஜென்ட், தோல் பதனிடுதல் போன்ற தொழிற்சாலைகளால் நீர் மாசடைகிறது. இந்தியாவில் உள்ள பல நதிகள் தொழிற்சாலைக் கழிவுகளால் மாசடைந்துள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக கங்கை நதி ஜவுளி ஆலைகள், வேதியத் தொழிற்சாலைகள், சணல், தோல் தொழிற்சாலை கழிவுகளாலும் யமுனைநதி இந்திரபிரஸ்தா மின்உற்பத்தி நிலையம், பூச்சிக் கொல்லி மருந்து, வீட்டுக் கழிவுநீர் போன்றவற்றாலும் கோதாவரி நதி காகித மற்றும் வேதியத்தொழிற்சாலைகளாலும் காவேரி நதி தோல் தொழிற்சாலை, மதுத்தொழிற்சாலைகள், வீட்டுக் கழிவு நீர், காகித ஆலைகளாலும் மாசடைந்துள்ளன.

3. வேளாண் கழிவுகள்:-

பூச்சிக்கொல்லி மருந்துகள், உரங்கள், கூழ்மப் பொருட்கள், விலங்கு மற்றும் தாவரங்களின் அழுகல், மண் அரிப்பினால் உருவாகும் கனிமப் பொருட்கள் போன்றவை வேளாண்கழிவுகளில் அடங்கும். மண்ணில் வீசப்படுகின்ற கழிவுகள்

அனைத்தும் மழைநீர், நீர்ப்பாசனம் (Irrigation) மற்றும் வடிகால் (drainage) போன்றவற்றால் நீர்நிலைகளுடன் கலந்து நீர்ச் சூழ்நிலை மண்டலத்தினை வெகுவாகப் பாதிக்கின்றன.

4. உரங்கள் :-

இந்தியாவில் கடந்த 25 ஆண்டுகளில் உரங்களின் பயன்பாடு பெரிதும் அதிகரித்துள்ளது. உரங்கள் விளைச்சலை அதிகரித்தாலும் இயற்கை நீர்ச்சூழ்நிலை மண்டலங்களைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன.

5. டிட்டர்ஜென்ட்டுகள்:-

சமீப காலங்களில் உருவான இதில் 10 – 30% மேற்பரப்புத் திறச்செயலியும் (Surfactant) 10 – 15% பிற பொருட்களும் உள்ளன. மேற்பரப்பு திறச் செயலியானது ஓரளவு நீரிலும் ஓரளவு கரிம கரைப்பானிலும் கரையக் கூடியது.

வீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் டிட்டர்ஜென்ட்டுகளில் மேற்பரப்புத் திறச்செயலிகள் அதிகம் உள்ளன. இவை சோடியம் பாஸ்பேட், சோடியம் சிலிக்கேட், சோடியம் சல்பேட் அமைடுகள் மற்றும் பல வேதிப்பொருட்களை நீரில் வெளியிடுகின்றன. டிட்டர்ஜென்ட்களில் பாஸ்பேட்டுகளின் செறிவு அதிகம் இருப்பதால் நீரில் மிகைஊட்டவளப் (Eutrophication) பிரச்சினைகள் ஏற்படுகின்றன.

6. நச்சு உலோகங்கள்:-

தொழிற்சாலைகள், வீட்டுக்கழிவுகள், தெருக்குப்பைகள், தொழில்நுட்பச் செயல்பாடுகள் மற்றும் புதைபடிவ எரிபொருட்களில் இருந்து நச்சு உலோகங்கள் நீரில் கலக்கின்றன. ஆர்சனிக், அலுமினியம், பெரிலியம், காட்மியம், குரோமியம், கோபால்ட், தாமிரம், துத்தநாகம், பாதரசம், மங்கனீசு, செலினியம், ஈயம் போன்ற உலோகங்கள் பல்வேறு தொழிற்சாலைகளில் இருந்து நீரில் விடப்படுகின்றன.

7. எண்ணெய்:-

கடல்நீர் எண்ணெயால் பாதிக்கப்படுகிறது. கப்பல் விபத்து, துறைமுகங்களில் எண்ணெய் இறக்குமதி செய்தல், எண்ணெய் சுத்திகரிப்பு மற்றும் கடற்சேய்மை எண்ணெய் உற்பத்தி (Offshore oil production) போன்றவற்றால் கடல் மாசடைகிறது. ஒவ்வொரு ஆண்டும் இரண்டு மில்லியன் டன்

பயன்படுத்தப்பட்ட உராய்வுத் தடுப்பு எண்ணெய்க் கடலில் விடப்படுகிறது என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. மேலும் கடல் வெளியில் கப்பல்கள் மோதிக் கொள்ளுதல், தீப்பிடித்தல், வெடித்தல் அல்லது தரைதட்டுதல் போன்ற கடல் விபத்துகளாலும் எண்ணெய் சிந்தி கடல் நீர் மாசடைகிறது.

8. சேற்றுப்படிவுகள் (silt):-

நீர் நிலைகளில் கரைந்துள்ள மணல் அல்லது மண் துகள்கள் சேற்றுப்படிவுகள் ஆகும். இது மிகவும் பரவலாகக் காணப்படுகிற நீர் மாசு ஆகும். குன்றோடைகளில் (hill streams) மாசுகள் பெருமளவில் கலங்கலை ஏற்படுத்துகின்றன. இதனால் நீர்வாழ் உயிரிகள் சுலபமாக இயங்க இயலா நிலை ஏற்படுகிறது. மேலும் மீன்களின் வளர்ச்சியும் உற்பத்தித் திறனும் பாதிக்கப்படுகிறது.

9. அனல் மாசுபாடு:-

பல தொழிற்சாலைகளில் கருவிகளை குளிர்விக்கும் செயல்பாடுகளுக்கு நீர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் வெம்மையடையும் நீரை ஆறுகள், ஓடைகள் ஏரிகள் போன்றவற்றில் விடுவதால் நீர் மாசடைகிறது. அணுசக்தி நிலையங்கள், அணுக்கரு ஆற்றல் நிலையங்கள், அனல் மின்சார நிலையங்கள் போன்றவற்றின் கழிவுகள் அனல் மாசுபடுத்திகளாக செயல்படுகின்றன.

10. கதிரியக்கப் பொருட்கள்:-

அணுக்கரு ஆற்றல் நிலையங்கள், அணுக்கரு உலை (nuclear reactors), அணுக்கருச் சோதனை (Nuclear test), போன்றவற்றால் கதிரியக்கப் பொருட்கள் நீரில் கலக்கின்றன. கதிரியக்கப்பொருட்கள் நீரில் கலந்துவிட்டபிறகு அவை சூழ்நிலைச் சுழற்சியை (Ecocycling) சிதைத்து உணவுச் சங்கிலியில் நுழைந்து உயிரியின் வளர்சிதை மாற்ற வழித்தொடர்களைப் பாதிக்கிறது.

11. பூச்சிக்கொல்லிகள்:-

இந்த புத்தகத்தில் தனியாக தரப்பட்டுள்ளது.

உயிரிசார் ஆக்ஸிஜன் தேவை (Biological oxygen demand):-

உயிரிசார் ஆக்ஸிஜன் தேவை என்பது நீரின் தரத்தைச் சுட்டிக் காட்டும் ஓர் அறிகுறியாகும். அதாவது BOD - Biological Oxygen Demand என்பது ஒரு நீர்நிலையின் 'மாசுக் குறியீட்டெண்' (Pollution index) ஆகும். "நீரில் உள்ள கரிம

மற்றும் கனிம பொருட்களைச் சிதைக்க நுண்ணுயிரிகளுக்குத் தேவைப்படும் ஆக்ஸிஜனின் அளவு 'உயிரி சார் ஆக்ஸிஜன் தேவை' எனப்படும். 20°C வெப்பநிலையில் 5 நாட்கள் வரை சிதைவு நடைபெற அனுமதித்து இந்த அளவீடு செய்யப்படுகிறது. இது "5 நாள் உயிரிசார் ஆக்ஸிஜன் தேவை" (5 days BOD) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது மில்லிகிராம் O_2 / லிட்டர் என்னும் அலகில் குறிக்கப்படுகிறது.

நீரின் மாசுபாட்டு அளவை அறிவதற்காக முதன் முதலில் "கழிவுநீர் அகற்றுலுக்கான அரச குழுவால்" (The Royal commission on sewage disposal) 1912ம் ஆண்டு BOD பரிசோதனை நடத்தப்பட்டது. மனித கழிவுகள் மற்றும் தொழிற்சாலைக் கழிவுகள் நீர்நிலைகளின் உயிரிகள் ஆக்ஸிஜன் தேவையை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. ஆக்ஸிஜன்சார் பாக்டீரியாக்கள் (Aerobic bacteria) ஆக்ஸிஜனைப் பயன்படுத்திக் கழிவுநீரில் உள்ள சிக்கலான கரிமப் பொருட்களைச் சிதைத்து CO_2, NO_3 அயனிகள் மற்றும் SO_4 அயனிகள் போன்ற எளிய பொருட்களாக மாற்றுகின்றன. இதனால் நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்ஸிஜனின் அளவு குறைகிறது. சில சமயங்களில் உயிரிகள் வாழத் தகுதியில்லாத அளவுக்கு நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்ஸிஜனின் அளவு குறைந்து விடுகிறது. ஆக்ஸிஜனின் அளவு மிக அதிகமாக குறையும்போது ஆக்ஸிஜன்சார் பாக்டீரியாக்கள் சிதைத்தல் செயலை மேற்கொண்டு மீத்தேன் (CH_4), அம்மோனியா (NH_3) மற்றும் ஹைடிரஜன் சல்ஃபைடு (H_2S) போன்ற தீமை செய்யும் மாசுபடுத்திகளை உற்பத்திசெய்கின்றன.

உயிரிசார் ஆக்ஸிஜன் தேவையைக் கணக்கிடல் (Determination of BOD):-

தெரிநிலை கனஅளவு (known volume) உடைய ஒரு மாதிரி நீரில் நுகரப்படும் ஆக்ஸிஜனின் அளவைக் கொண்டு அந்த நீரின் BODயைக் கணக்கிடலாம். முதலில் நீர் மாதிரியை காற்றுத்தெவிட்டு நிலை வாலை வடிநீர் (air saturated distilled water) கொண்டு நீர்க்கச் செய்ய வேண்டும். இதன் மூலம் நீரில் அதிகப்படியான O_2 இருப்பது உறுதிசெய்யப்படுகிறது. இந்த நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்ஸிஜனின் அளவு உடனடியாகக் கணக்கிடப்படுகிறது. பின்னர் 5 நாட்களுக்குப் பிறகு மீண்டும் கணக்கிடப்படுகிறது. சோதனைக்குப்பிறகு குறைந்துள்ள ஆக்ஸிஜனின் அளவைக் கொண்டு BOD யைக் கணக்கிடலாம்.

$$BOD = \frac{\text{தேவைப்படும் ஆக்ஸிஜனின் அளவு (மில்லி கிராமில்)}}{\text{மாதிரி நீரின் அளவு (லிட்டரில்)}}$$

$= O_2$ / மில்லியன் பகுதி மாதிரி நீர் (Million parts of sample)

ஒரு மாதிரி நீரில் உள்ள பொருட்களைச் சிதைக்க உயிரியவளி பாக்டீரியாக்ககள் 5 நாட்களில் 20°C வெப்பநிலையில் பயன்படுத்திக்கொள்ளும் ஆக்ஸிஜனின் அளவு ppm அலகில் குறிக்கப்படுகிறது. அதாவது 100ppm BOD என்பது 1 லிட்டர் மாதிரி நீர் 20°C வெப்பநிலையில் 5 நாட்களில் 100mg ஆக்ஸிஜனைப் பயன்படுத்திக்கொண்டது என்பதைக் குறிக்கிறது. BODயின் அளவு அதிகரித்தால் நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்ஸிஜனின் அளவு குறைந்து உயிரிகள் இறக்க நேரிடுகிறது. கீழ்க்கண்ட அட்டவணை மூலம் BOD யைக் குறியீடாகக் கொண்டு நீரின் தரத்தை அறியலாம்.

நீரின் தன்மை	BOD (ppm)
தூய்மையான நீர் (pure)	1
சுத்தமான நீர் (clean)	2
மிதமான சுத்தநீர் (moderately clean)	3
சந்தேகத்திற்குரிய சுத்தத்தன்மை – (doubtful cleanliness)	4
மோசம்	5
சுத்திகரிக்கப்படாத நகரப்புறக் கழிவுகள்	100–400
தொழிற்சாலைக் கழிவுகள்	1000–10000

BOD பரிசோதனையின் கட்டுப்பாடுகள் (Limitations of BOD test):-

1. BOD பரிசோதனையைச் செய்வதற்கு முன்னால் கழிவுநீரைச் சுத்திகரித்தல் அவசியம்.
2. உயிரியவழிச்சிதையக் கூடிய (biodegradable) கரிமப் பொருட்களுக்கு மட்டுமே இந்தச் சோதனை நடத்த இயலும்.
3. கழிவுநீர் மாதிரியில் பாக்டீரியாக்களின் அளவு அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.
4. BOD சோதனைக்கு முன் நைட்ரேட்டாக்க பாக்டீரியாக்களின் (nitrifying bacteria) எண்ணிக்கை குறைக்கப்படவேண்டும்.

5. கழிவு நீர் மாதிரியில் உள்ள கரிமப் பொருட்கள் தீர்ந்த பிறகு இந்தச் சோதனை செல்லுபடியாகாது.

6. பரிசோதனைக்கு தேவைப்படும் காலம் அதிகம்

BOD சோதனையின் பயன்கள்:-

1. கழிவுநீரின் திறனைக் கணிக்கும் அளவுகோலாகப் பயன்படுகிறது.

2. நீர்த்தல் முறையில் கழிவுநீரை அகற்றத் தேவைப்படும் சுத்தமான நீரின் அளவைக் கண்டுபிடிக்க பயன்படுகிறது.

3. கழிவுநீரின் திறன் அல்லது அதனால் ஏற்படும் தொல்லைகள் பற்றிய விவரங்களை அளிக்கிறது.

4. கழிவுநீர்ச் சுத்திகரிப்பு நிலையங்களில் கரிமப் பொருட்களின் அளவு பற்றிய குறிப்பை அளிக்கிறது.

வேதியியல் ஆக்ஸிஜன் தேவை (Chemical oxygen demand – COD):-

ஒரு மாதிரி நீரில் உள்ள கரிமப் பொருட்கள் ஒரு வலுவான வேதிய ஆக்ஸிகரணி மூலம் வேதிய ஆக்ஸிகரணம் அடைய தேவையான ஆக்ஸிஜனின் அளவு 'வேதியியல் ஆக்ஸிஜன் தேவை' என்று அழைக்கப்படுகிறது. COD-யானது ppm என்னும் அலகில் குறிக்கப்படுகிறது. உயர் வெப்பநிலையில் 2 மணி நேரங்கள் வரையில் அமில $K_2Cr_2O_7$ கரைசலில் இருந்து எடுக்கப்படும் ஆக்ஸிஜன் மூலம் COD நடைபெறுகிறது.

நீர் மாசடைதலைக் கட்டுப்படுத்துதல்:-

நீர் மாசடைதலை கீழ்க்கண்ட தொழில் நுட்பங்கள் மூலம் கட்டுப்படுத்தலாம்.

1. கழிவுகளை நிலைப்படுத்துதல் (Stabilization of waste).

2. கழிவுகளை மறுசுழற்சிப்படுத்துதல் (Recycling of waste).

3. கழிவுகளைச் சுத்திகரித்தல் (waste treatment).

4. மாசுபடுத்திகளை அகற்றுதல்.

1. கழிவுகளை நிலைப்படுத்துதல்:-

இது தொழிற்சாலைக் கழிவுகள் மற்றும் வீட்டுக் கழிவுகளைச் சுத்திகரிக்க உகந்த முறையாகும். இம்முறையில் கழிவுநீரானது நீர்த்த நிலையில் நிலைப்படுத்தும் குளம் அல்லது ஆக்ஸிகரணக் குளங்களில் (Stabilization pond or oxidation pond) விடப்படுகின்றது. அதில் ஒரு வார காலத்திற்குப்பிறகு நுண்ணுயிர்கள் மற்றும் பாசிகள் போன்றவை செழித்து வளரத் தொடங்கும். நுண்ணுயிர்கள் கரிமக் கழிவுகளை (organic waste) ஆக்ஸிகரணம் மூலம் சிதைத்து நீரைத் தூய்மைப்படுத்தும். இந்த நீரில் நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், பொட்டாசியம், மற்றும் பிற ஊட்டச்சத்துக்கள் நிறைந்து காணப்படும். இம்முறையானது நாக்பூரில் உள்ள தேசியச் சுற்றுச்சூழல் தொழில்நுட்ப ஆராய்ச்சிக் கழகத்தால் வடிவமைக்கப்பட்டது.

2. கழிவுகளை மறுசுழற்சிப்படுத்துதல்:-

கழிவுப்பொருட்களை மறுசுழற்சிப்படுத்தி மீண்டும் பயன்படுத்துவதன் மூலம் நீர் மாசுறுதலை ஓரளவுக்குக் கட்டுப்படுத்தலாம். வளர்ந்த நாடுகளில் தொழிற்சாலைக் கழிவுகள், வீட்டுக் கழிவுகள், அனல் மாசுபடுத்திகள், கதிரியக்க மாசுபடுத்திகள், நகராட்சிக் கழிவுப்படிமம் (Municipal sullage) போன்றவற்றை ஓரளவுக்கு பதப்படுத்தியபின் நீர் நிலைகளில் கலக்கின்றனர்.

(எ.கா.) (i) கால்நடைகளின் சாணத்தை சாண எரிவாயு (Gobar gas) தயாரிக்கப்பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

(ii) ஆக்ஸிகரணக் குளங்களில் நீரைச் சுத்திகரித்தபின் பாசனம், மற்றும் மீன் வளர்த்தல் போன்றவற்றிற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

3. கழிவுகளைச் சுத்திகரித்தல்:-

கழிவு நீரைச் சுத்திகரித்தலில் மூன்று நிலைகள் உள்ளன. a. படிவாக்கம் (Sedimentation) b. நீர்த்தல் (Dilution), c.சேமித்தல் (Storage).

a. படிவாக்கம்:-

கழிவுநீரை அப்படியே விட்டுவைத்தால் அதிலுள்ள தொங்கு பொருட்கள் அடியில் படிந்துவிடும். இம்முறையில் கழிவு நீரிலுள்ள தொங்கு பொருட்களை அகற்றலாம்.

b. நீர்த்தல்:-

கழிவு நீருடன் நல்ல நீரைச் சேர்த்து நீர்க்கச் செய்தால் ஆக்ஸிஜனின் அளவு அதிகரிப்பதோடு BOD மற்றும் Co_2 ஆகியவற்றின் அளவும் குறையும்.

c.சேமித்தல்:-

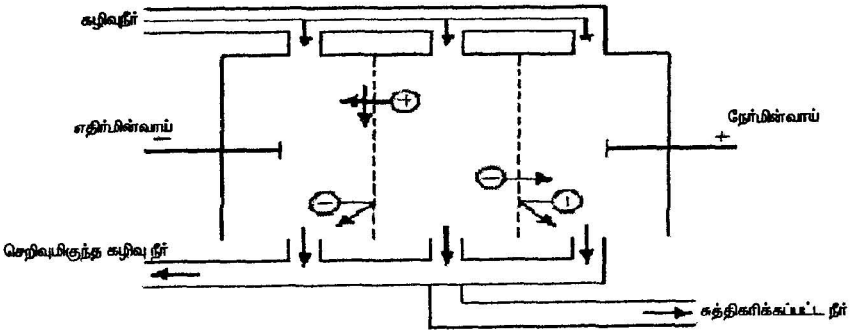
நீர்த்த கழிவு நீரை ஒரு குளத்தில் சேமித்து அதில் நுண்ணுயிர்களை வளரச் செய்தால் கழிவு நீர் மேலும் ஆக்ஸிகரணம் அடைகிறது.

4. மாசுபடுத்திகளை அகற்றுதல்:-

மின் பகுப்பு (Electrolysis), மின்முறை சவ்வூடு பிரிப்பு (electrodialysis), அயனி பரிமாற்றம், மறுதலை சவ்வுடு பரவல் (reverse osmosis) ஆகிய முறைகளில் நீர் மாசுபடுத்திகளை அகற்றலாம்.

1. மின்பகுப்பு முறை (Electrolysis):-

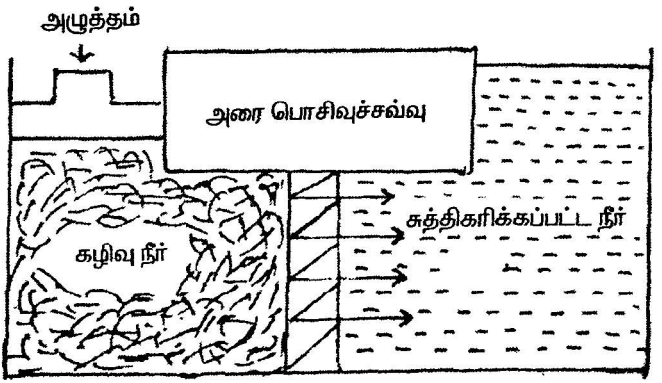
கழிவு நீருடன் 10–15% கடல் நீரைக் கலந்து மின்பகுப்பில் ஈடுபடுத்தி பாஸ்பரஸை கழிவுநீரில் இருந்து பிரிக்கலாம். பாஸ்பரஸ் பிரிக்கப்படுவதால் ஏரிகள், ஆறுகள் போன்றவற்றில் மிகைஊட்டவளம் (eutrophication) ஏற்படுவது குறைக்கப்படுகிறது. மின்பகுப்பின் போது கழிவுநீரில் உள்ள பாஸ்பரஸ் கூட்டுப்பொருட்கள் கால்ஷியம் அல்லது மக்னீசியம் பாஸ்பேட்டாக வீழ்ப்படிவாகிப் படிகிறது. இவற்றுடன் நீரில் உள்ள கசடு மற்றும் தொங்கு பொருட்கள் போன்றவை மக்னீஷியம் ஹைடிராக்ஸைடுடன் ($Mg(OH)_2$ எதிர்துருவத்தில் (negative pole) ஒட்டிக்கொள்கின்றன. மின் பகுப்பின் போது வெளியாகும் ஹைட்ரஜன் வாயுவானது பாஸ்பேட் மற்றும் கசடு ஆகியவற்றை நுரைமாசுவாக (Scum) மாற்றி நீரின் மேல்பரப்பில் மிதக்கச்செய்கிறது. இந்த நுரைமாசுவை நீரின் மேற்பரப்பில் இருந்து பிரித்து அகற்றிவிடலாம். நேர்துருவத்தில் உருவாகும் குளோரினை கிருமிநாசினியாகப் (disinfectant) பயன்படுத்திக்கொள்ளலாம்.



2. மின்முறை சவ்வூடு பிரிப்பு (Electrodialysis):-

கழிவு நீரினிடையே மின்னழுத்த வேறுபாட்டை (electric potenteial difference) ஏற்படுத்தி நேர்மின் அயனிகளை (cations) எதிர்மின்வாயை (cathode) நோக்கியும் எதிர்மின் அயனிகளை (anions) நேர்மின்வாயை நோக்கியும் செலுத்தலாம். நேர்மின் அயனிகளை அல்லது எதிர்மின் அயனிகளை மட்டும் கடந்து செல்ல அனுமதிக்கும் சவ்வுகள் (தகடுவடிவத்தில் உள்ள அயனி பரிமாற்ற ரெசின்கள் சவ்வுகளாக செயல்படுகின்றன) அயனிகளின் நகர்வைக் (movement) கட்டுப்படுத்துகின்றன. இதன்மூலம் கனிமங்கள் நீக்கப்பட்ட நீரானது குறிப்பிட்ட அறைகளில் இருந்து சேகரிக்கப்படுகிறது. சவ்வுகளில் ஒட்டிக் கொண்டுள்ள கரிம மூலக்கூறுகளைத் தனியாகச் சேகரித்துக் கொள்ளலாம்.

3) மறுதலை சவ்வூடு பரவல் (Reverse Osmosis)



நீரில் கலந்துள்ள பல்வேறு நச்சுப்பொருட்களை மறுதலை சவ்வூடு பரவல் மூலம் பிரிக்கலாம். சவ்வூடுபரவல் அழுத்தத்தை விட அதிக அழுத்தத்தில் ஒரு அரை ஊடுருவவிடும்சவ்வின் (semi permeable membrance) வழியாக கழிவு நீரைச் செலுத்திப் பிரித்தெடுக்கலாம். பொதுவாக சவ்வூடு பரவலின் போது குறைந்த அடர்த்தி கொண்ட கரைசலில் இருந்து அதிக அடர்த்தி கொண்ட கரைசலை நோக்கி. கரைப்பான்கள் நகர்ந்து செல்லும். ஆனால் மறுதலை சவ்வூடு பரவலில் அடர்த்தி அதிகமுள்ள கழிவு நீரில் இருந்து கரைப்பான் (நீர்) அடர்த்தி குறைந்த பகுதியை நோக்கி செல்கிறது. மேலும் சவ்வுகள் கரைப்பானை மட்டும் அனுமதித்துக் கரைபொருளை தடுக்கின்றன. இம்முறையானது கழிமுகநீர் மற்றும் கழிவு நீரை சுத்தம் செய்யப் பயன்படுகிறது. மறுதலை சவ்வூடு பரவல் என்பது சாதாரண சவ்வூடு பரவலின் எதிரமைவு நிகழ்வு (opposite phenomenon) ஆகும். அதிக அடர்த்தி கொண்ட கரைசலின் மீது அழுத்தத்தைச்செலுத்திக் கரைப்பானைச் சவ்வின் பக்கங்களை நோக்கிச் செல்லுமாறு செய்தல் மறுதலை சவ்வூடு பரவல் ஆகும். இம்முறையின் மூலம் கழிவு நீரில் உள்ள கரிம, கனிம பொருட்களின் அளவைக் குறைக்கலாம்.

4) அயனிபரிமாற்றம் :-

நுங்குக்கல் (Zeolite) போன்ற இயற்கைப் பொருட்களையும் அயனிப்பரிமாற்ற ரெசின் போன்ற செயற்கைப் பொருட்களையும் பயன்படுத்தி நீரைச் சுத்தப்படுத்தலாம். அயனிப் பரிமாற்றபாகியின் (ion exchange column) வழியாகக் கடந்து செல்லும் கரைசலில் உள்ள உலோக நேர்மின் அயனிகளுக்குப் (metallic cations) பதிலாகத் தம்மிடமுள்ள H^+ அயனிகளை நேர்மின் அயனிப் பரிமாற்ற ரெசின்கள் பரிமாற்றம் செய்துகொள்கின்றன. அதைப்போல எதிர்மின் அயனிப்பரிமாற்ற ரெசின்கள் தம்மிடமுள்ள $OH^{(-)}$ அயனிகளுக்குப் பதிலாக கரைசலில் உள்ள குளோரைடு மற்றும் பிற எதிர்மின்அயனிகளைப் பரிமாற்றம் செய்து கொள்கின்றன. இதனால் பாதிக்கப்படும் நேர்மின் அயனி ரெசின்களைக் கந்தக அமிலத்தையும் எதிர்மின் அயனிரெசின்களைக் சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு கரைசலையும் பயன்படுத்தி மீளாக்கம் (Regeneration) செய்து கொள்ளலாம். அயனிப் பரிமாற்றம் மூலம் அம்மோனியா, சோடியம் உப்புக்கள் போன்றவற்றை அகற்றலாம்.

கழிவுநீர் சுத்திகரிக்கும் வழிமுறைகள்:-

கழிவுநீர் சுத்திகரித்தலில் 3 நிலைகள் உள்ளன.

1.முதன்மை அல்லது பொறிமுறை சுத்திகரிப்பு (Primary or mechanical treatment):-

வளர்ந்த நாடுகளில் 30% வீட்டுக்கழிவுகள் இம்முறையில் சுத்திகரிக்கப்படுகின்றன. முதன்மை சுத்திகரிப்பில் கீழ்க்கண்ட முறைகளில் தொங்கும் திடப்பொருட்கள் (suspended solids) அகற்றப்படுகின்றன.

(a) சலித்தல் (Screening):-

கச்சாக் கழிவுநீரில் இருந்து பெரிய பொருட்கள் அனைத்தும் பலமுறை வடிகட்டிப் பிரிக்கப்படுகிறது.

(b) கற்பொடி அறை (Grit chamber):-

இங்கு சல்லடைகளைத் தாண்டி வந்த கழிவுநீரில் உள்ள ஓரளவு பெரிய பொருட்கள் தூளாக்கப்படுகின்றன.

(c) படிவாக்கக் குளம் (Settling or Sedimentation tank):-

கற்பொடி அறையில் இருந்து வெளியே வரும் கழிவு நீரானது படிவாக்கக் குளத்தில் விடப்படுகின்றது பலமணிநேரங்கள் குளத்தில் இருக்கும் கழிவுநீரில் உள்ள மணல் மற்றும் கரிமப் பொருட்கள் குளத்தின் அடியில் படிந்து விடுகின்றன. மீதியுள்ள நீரானது குளத்தில் இருந்து சேகரிக்கப்பட்டு, குளோரின் சேர்த்து கிருமிநீக்கம் செய்யப்பட்டபின் நீர்நிலைகளில் விடப்படுகின்றது.

(d) கழிவுநீர்க்கசடு சிதைப்பான் (Sludge digester):-

குளத்தின் அடியில் படிந்துள்ள திடபடிமங்கள் (sediment solids) குழாய் மூலம் கழிவுநீர்க்கசடுச்சிதைப்பானுக்குள் விடப்படுகின்றது. அங்கு நுண்ணுயிர்கள் கரிமப் பொருட்களை ஆக்ஸிஜனற்ற முறையில் சிதைக்கின்றன. முதன்மை சுத்திகரிப்பின் மூலம் 60% படிவாக்கப்பொருட்களும் 35% ஆக்ஸிஜன் தேவைப்படும் கழிவுகளும் அகற்றப்படுகின்றன. அதாவது BOD அளவில் 35% முதன்மை சுத்திகரிப்பின் மூலம் குறைக்கப்படுகிறது.

2. இரண்டாம் நிலை அல்லது உயரிய சுத்திகரிப்பு (Secondary or Biological treatment):-

இம்முறையில் பாக்டீரியாக்கள் போன்ற நுண்ணுயிர்கள் அதிகம் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எனினும் குளிர்காலங்களில் இம்முறை அதிகம் பயன்படுத்தப்படுவது இல்லை. ஏனெனில் குறைந்த வெப்பநிலையில் நுண்ணுயிர்கள் அதிக செயலாற்றலுடன் இருப்பதில்லை. இரண்டாம் நிலைச் சுத்திகரிப்பில் தொங்குநிலையில் உள்ள கரிமப்பொருட்கள் பெருமளவில் அகற்றப்படுகின்றன. இரண்டாம்நிலைச் சுத்திகரிப்பில் கழிவுநீரில் உள்ள பொருட்கள் கீழ்க்கண்ட முறையில் சுத்திகரிக்கப்படுகின்றன.

(a) காற்றூட்டல் (Aeration): -

முதல் படிவாக்கக் குளத்தில் இருந்து குழாய்கள் மூலம் காற்றூட்டத் தொட்டிக்கு கழிவுநீர் அனுப்பப்படுகிறது. அங்கு காற்றுக் குமிழ்கள் வழியாக ஆக்ஸிஜனை அதிக அளவில் கழிவுநீருக்குள் செலுத்தி ஆக்ஸிஜன்சார் பாக்டீரியாக்கள் (Aerobic bacteria) கரிமப் பொருட்களைச் சிதைத்து நீர் சுத்தப்படுத்தப்படுகிறது. பிறகு இரண்டாம் படிவாக்கக்குளத்தின் மேல் சேரும் நீரானது குளோரின் மூலம் கிருமிநீக்கம் செய்யப்பட்டு வெளியேற்றப்படுகிறது.

(b) திறன்சேர்ந்த கழிவுநீர்க்கசடு சுத்திகரிப்பு (Activated sludge treatment):-

இரண்டாம் படிவாக்கக்குளத்தின் அடியில் படிந்துள்ள கழிவுநீர்க்கசடு "திறன்சேர்ந்த கழிவுநீர்க்கசடு" (activated sludge) எனப்படும். ஏனெனில் இந்த சூழலுக்கு ஏற்ப ஆக்கநிலைபிறுத்தம் செய்யப்பட்ட பாக்டீரியாக்கள் (conditioned bacteria) அதிகம் காணப்படுவதால் இது திறன் சேர்ந்த கழிவுநீர்க்கசடு எனப்படுகிறது. திறன் சேர்க்கப்பட்ட கழிவுநீர்க்கசட்டின் ஒருபகுதி கசடுசிதைப்பானுக்கும் மற்றொரு பகுதி மறுசுழற்சிக்காகக் காற்றூட்டக் குளத்திற்கும் அங்கிருந்து திறன்சேர்க்கப்படாமல் உள்ளே வரும் கழிவுநீருக்குத் திறன்சேர்ப்பதற்காக இரண்டாம் படிவாக்கக் குளத்திற்கும் அனுப்பப்படுகின்றது. இம்முறையானது முதன்முதலில் இங்கிலாந்தைச் சேர்ந்த அர்டான் மற்றும் லாக்கெட் 1974 (Ardorn and Lockett) ஆகியோரால் முதன் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இரண்டாம் நிலை சுத்திகரிப்பிற்குப்பின் கழிவுநீரின் திறன் 30:20 ஆகக் குறைக்கப்படுகிறது. (அதாவது தொங்கு நிலைத் திண்மங்கள் 30 மிகி/லி, மற்றும் BOD 20 மிகி/லி) எனினும் பெரும்பாலான நைட்ரஜன் மற்றும் பாஸ்பரஸ் கூட்டுப்பொருட்கள்கள் கழிவுநீரில் இருந்தாலும் இது நீர் நிலைகளில் விட ஏற்றது.

சொட்டு வடிகட்டி (Trickle filler):-

இரண்டாம் நிலைச் சுத்திகரிப்பின் மற்றொரு முறை சொட்டுவடிகட்டிமுறை ஆகும். இம்முறையில் முதல்நிலைச் சுத்திகரிப்பிற்குப்பின் கழிவுநீரானது ஒரு சுழல் தெளிப்பான் (Rotating sprinkler) மூலம் கற்களாலான ஒரு வடிபடுகை (filter bed) அல்லது நிலக்கரிச்சாம்பல்கல் (clinker) மீது தெளிக்கப்படுகிறது. வடிபடுகையானது 1.8 மீ தடிமனும் 60மீ விட்டமும் உடையதாக இருக்க வேண்டும். வடித்தல் நடைபெறும் போது வடிபடுகையில் உள்ள கற்கள் மீது பாக்டீரியா, பூஞ்சைகள், ஒரு செல் உயிரிகள் போன்றவை அடங்கிய வழவழப்பான கோழைப்படலம் ஏற்படுகிறது. கரிமப் பொருட்கள் அடங்கிய கழிவுநீர் வடிபடுகையில் உள்ள கற்களின் வழியாகப் படிப்படியாக வடியும் போது பாக்டீரியாக்கள் அடங்கிய கோழைப்படலமும் கழிவுநீருடன் இறங்கி அதிலுள்ள கரிமப் பொருட்களைச் சிதைக்கின்றன. மீதியுள்ள திடப்பொருட்கள் படிவாக்கத் தொட்டிக்கு அனுப்பப்பட்டு, பின்னர் சிதைப்பானுக்கு மாற்றப்படுகிறது. முதன்மை மற்றும் இரண்டாம் நிலைச் சுத்திகரிப்பால் 90% BODயும் 80% CODயும் 50% நைட்ரஜனும் 30% பாஸ்பரசும், தொங்குநிலைப் பொருட்களில் 90%ம் குறைக்கப்படுகிறது.

(3) மூன்றாம் நிலை அல்லது மேம்படுத்தப்பட்ட உயிரியல், வேதியியல் மற்றும் இயற்பியல் சுத்திகரிப்பு (Tertiary or Advanced Biological, Chemical and physical treatment):-

மூன்றாம் நிலைச் சுத்திகரிப்பின்மூலம் பாஸ்பரஸ் மற்றும் நைட்ரஜன் கீழ்க்கண்ட வழிமுறைகள் மூலம் அகற்றப்படுகிறது. இதில் கீழ்க்கண்ட படிநிலைகள் உள்ளன.

(a) வீழ்படிவாக்கம் (Precipitation):-

இரண்டாம் நிலைச் சுத்திகரிப்பிற்குப் பின் கழிவுப் பொருட்களுடன் சுண்ணாம்பு (Calcium oxide) கலக்கப்படுகிறது. இது கழிவு நீரில் உள்ள பாஸ்பரஸ் கூட்டுப்பொருட்களுடன் வினைபுரிந்து கரையாத கால்ஷியம் பாஸ்பேட் உருவாகிறது. கால்ஷியம் பாஸ்பேட் வீழ்படிவாகத் தொட்டியின் அடியில் தங்கிவிடுகிறது.

(b) நைட்ரஜன் நீக்கம் (Nitrogen stripping):-

கழிவுநீரில் அம்மோனியா வாயு, நைட்ரைட்டுகள் மற்றும் நைட்ரேட்டுகளாக நைட்ரஜன் கரைந்துள்ளது. அம்மோனியாவிலுள்ள நைட்ரஜன் நீரில்

மிகைஊட்டவளத்தை ஏற்படுத்தினாலும் அது விரும்பத்தகாத நச்சு வாயு ஆகும். எனவே அம்மோனியா கலந்த கழிவு நீரானது உலோகக் கோபுரத்திற்குள் செலுத்தப்பட்டு தடைத்தட்டுகள் வழியே (baffle plates) மெதுவாகக் கீழ்நோக்கி பாயும் போது கழிவு நீரினுள் காற்று மேல்நோக்கி செலுத்தப்படுகிறது. இதன் மூலம் அம்மோனியா வாயு பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

(c) கார்பன் உட்கிரகித்தல்:-

இம்முறையில் சிறு கார்பன் துகள்கள் நிறைந்த கோபுரம் (tower) போன்ற அமைப்பினுள் கழிவுநீர் செலுத்தப்படுகிறது. கழிவுநீரில் கரைந்துள்ள கரிமப்பொருட்கள் கார்பன் துகளுடன் ஒட்டிக் கொண்டுவிடுகின்றன. இது "கார்பன் துலக்கீடு" (carbon polishing) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

(d) குளோரின் செயற்பாடு (Chlorination):-

பாஸ்ஃபரஸ், நைட்ரஜன் மற்றும் கரிமப் பொருட்கள் ஆகியவை நீக்கப்பட்ட பிறகு மீண்டும் குளோரின் சேர்க்கப்பட்டு நோய் விளைவிக்கும் நுண்ணுயிர்கள் அழிக்கப்படுகின்றன.

மூன்றாம் நிலைச் சுத்திகரிப்பின் முடிவில் கழிவுநீரின் திறன் 10:10 (தொங்குநிலை திண்மங்கள் 10 மி.கி / லி மற்றும் BOD 10 மி.கி / லி) என்ற அளவில் இருக்கும். எனினும் இந்த நீரைக் குடிநீராகப் பயன்படுத்த இயலாது.

நீர் மாசடைதலைத் தடுக்கவும் கட்டுப்படுத்தவும் உதவும் சில ஆலோசனைகள்:–

1. கழிவு நீர் வெளியேற்றத்திற்கு உரிமம் வழங்குதல் (Licencing of discharging effluents):-

உரிமம் வழங்குதல், ஒப்புதலுக்கான நிபந்தனைகள், மாசுகளைக் குறைப்பதற்கு தேவைப்படுவன, நடைமுறைப்படுத்தும் வழிமுறைகள் மற்றும் ஒப்பந்தத்தின் விதிமுறைகளை மீறுவோர் மீது கடுமையான தண்டனை, வரி விதித்தல் போன்றவை இதில் அடங்கும். கழிவுநீர் வெளியேற்ற உரிமத்தினை (discharges licence) நீர் மாசுக்கட்டுப்பாட்டு ஆணையம் (Water pollution control authority) அல்லது மாநில அரசு போன்ற உரிய அதிகாரம் பெற்ற அமைப்பின் மூலம் வழங்கவேண்டும்.

2. நீர் மாசுபாட்டை கட்டுப்படுத்த பொருளியல் ஊக்கம் அளித்தல்:-

கழிவுநீரை சரியான முறையில் சுத்திகரித்து விரும்பத்தகுந்த தரத்தில் பராமரித்து வெளியேற்ற பொருளாதார முறையில் ஊக்கம் அளிக்கலாம்.

3. சுற்றுச்சூழல் தாக்க மதிப்பீடு

(தனியாக விவரிக்கப்பட்டுள்ளது)

4. மாசுக்கட்டுப்பாட்டு வாரியங்களை அமைத்தல்:-

மத்திய நீர் மாசுக்கட்டுப்பாட்டு வாரியம் (Central water control Board) புதுடில்லியில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இது மாநில அரசுகள் மற்றும் யூனியன் பிரதேசங்கள் ஆகியவற்றின் மாசுகட்டுப்பாட்டு வாரியங்களை ஒருங்கிணைத்து செயல்படுகிறது. மாநில மாசுகட்டுப்பாட்டு வாரியங்கள் கீழ்க்கண்ட பணிகளைச் செய்கின்றன.

1. நீரை அதிகம் பயன்படுத்தும் தொழிற்சாலைகளுக்கு நீர் மாசுறுதலை கட்டுப்படுத்துதல் பற்றி பயிற்சியளித்தல்.

2. நீர் மாசுறுதலைக் கட்டுப்படுத்த கருத்தரங்குகள் மற்றும் பயிலரங்குகள் போன்றவற்றை நடத்துதல்.

3. நீர் மாசடைதல் தொடர்பாக ஆராய்ச்சித் திட்டங்கள் போன்ற செயல்முறைகளை ஊக்கப்படுத்துதல், நடத்துதல் மற்றும் பங்கேற்றல்.

நீர் மாசுறுதலைக் கட்டுப்படுத்துதல் மற்றும் தடுத்தல் சட்டம் 1974ம் ஆண்டு இயற்றப்பட்டு 1988ல் திருத்தம் செய்யப்பட்டது. தற்போது மத்திய மற்றும் மாநில அரசுகளின் மாசுக்கட்டுப்பாட்டு வாரியங்கள் **"தேசிய நிறைவேற்றல் திட்டங்களை"** (National implementation programmes) ஏற்படுத்தியுள்ளன.

கதிரியக்க மாசுபாடு (Radiation pollution)

சுற்றுச்சூழல் மாசுபாட்டில் குறிப்பிடத்தக்க அளவு கதிரியக்கத்தால் ஏற்படுகின்றது. புற ஊதாக்கதிர்கள் (ultraviolet rays), விண்வெளிக் கதிர்கள் (cosmic rays), நுண்ணலைக் கதிர்கள் (microwave radiation) போன்றவை கதிரியக்க மாசுபாட்டிற்கான முக்கிய காரணிகள் ஆகும்.

வரையறை:-

1. இடை ஊடகத்தின் தாக்கம் ஏதுமின்றி ஓர் இடத்தில் இருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு ஆற்றல் மாற்றப்படுதல் கதிரியக்கம் எனப்படும்.

2. ஓர் அணுவில் இருந்து சுற்றுச்சூழலுக்குள் ஆற்றல் வெளியிடப்படுதல் கதிரியக்கம் எனப்படும்.

கதிரியக்கத்தின் வகைகள்:-

கதிரியக்கத்தில் இரண்டு முக்கிய வகைகள் உள்ளன.

1. அயனியாக்கக்கதிரியக்கம் (ionizing radiation)

2. அயனியாக்கம் அற்ற கதிரியக்கம் (Non ionizing radiation)

I. அயனியாக்கக்கதிரியக்கம்:-

அணுவில் இருந்து எலக்ட்ரான்களைப் பிரித்து மற்றொரு அணுவுடன் இணைப்பதால் இது அயனியாக்க கதிரியக்கம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. அயனியாக்க கதிரியக்கத்தில் புரோட்டோ பிளாசத்தின் வழியாக கதிரியக்கத்தைச் செலுத்தும்போது அயனிகள் உருவாகின்றன. இவ்வாறு உருவாக்கப்படும் அயனி இணைகளின் (ions pairs) எண்ணிக்கைக்கு ஏற்ப உயிரிகளுக்கு ஏற்படும் பாதிப்புகள் அதிகரிக்கின்றன. அயனியாக்கக் கதிரியக்கத்தை உமிழும் தனிமத்தின் ஐசோடோப் கதிரியக்க ஐசோடோப் (radioactive isotope) என்று அழைக்கப்படுகிறது. அயனியாக்கக் கதிரியக்கம் இரண்டு வகைப்படும். 1. மின்காந்தக் கதிரியக்கம் (Electromagnetic radiation). 2. துகள் கதிர்வீச்சு அல்லது நுண்துகள் கதிரியக்கம் (Particulate or corpuscular radiation).

1. மின்காந்த கதிரியக்கம்:-

இவை குறைந்த அலைநீளமும் அகலஅலைக்கற்றை (Broad spectrum) ஆற்றலும் கொண்டவை. இவை நீண்ட தூரம் பயணம் செய்யக்கூடியவை. மேலும் பொருட்களில் சுலபமாக ஊடுருவிச் செல்லக்கூடியவை (எ.கா) X-கதிர்கள் மற்றும் γ கதிர்கள்.

2. துகள் அல்லது நுண்துகள் கதிரியக்கம்:-

இதில் அணுக்களில் இருந்து உயர்வேகத்தில் துகள்கள் வெளியேற்றப்படும். இத்துடன் எல்லையில்லா ஆற்றலும் வெளிப்படும். இவற்றில் எலக்ட்ரான், புரோட்டான் அல்லது நியூட்ரான்கள் உள்ளன. (எ.கா) α- துகள்கள் மற்றும் β துகள்கள் போன்றவை.

II. அயனியாக்கம் அற்ற கதிரியக்கம்:-

வெப்பம், ஒளி மற்றும் கதிரலைகள் போன்றவற்றால் ஏற்படும் கதிரியக்கங்களில் ஒரு அணுவைக் கிளர்ச்சியடையச் செய்யத் தேவையான ஆற்றல் உள்ளது. ஆனால் அணுக்களை அயனிகளாக்கத் தேவையான அளவு ஆற்றல் அவற்றில் இருப்பதில்லை. இவ்வகை கதிரியக்கங்கள் அயனியாக்கம் அற்ற கதிரியக்கங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

(எ.கா) புறஊதாக்கதிர்கள்.

கதிரியக்க மாசுபடுத்திகளின் மூலாதாரங்கள்

I. இயற்கை மூலாதாரங்கள்:-

இதில் சூரியக்கதிர்கள், சுற்றுச்சூழல் கதிரியக்கம், பூமியின் மேற்பரப்பில் உள்ள கதிரியக்க வகைக்கருக்கள் (radionuclides) மற்றும் அகக்கதிரியக்கம் ஆகியவை அடங்கும்.

1. சூரியக் கதிர்வீச்சு (Solar radiation):-

விண்வெளிக்கதிர்கள் (cosmic rays), காமா கதிர்கள், போன்றவற்றை சூரியக்கதிர்கள் எப்போதும் மோதிக் கொண்டே இருக்கின்றன. சூரியக்கதிர் வீச்சுடன் வரும் விண்வெளிக்கதிர்கள் மிக்க ஆற்றல் வாய்ந்த துகள்கள் ஆகும் (10^9Mev). இவை பல்வேறு காலக்ஸிகளில் இருந்து பூமியை வந்து அடைகின்றன.

2. சுற்றுச்சூழல் கதிர்வீச்சு (Environmental radiation):-

இயற்கையில் உள்ள கதிரியக்கத் தனிமங்களின் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் ஏராளமான கதிரியக்கத்தை α, β துகள்களாகவும் γ கதிர்களாகவும் உமிழ்கின்றன. பூமியின் பாறைக் கோளத்தில் (lithosphere) தோரியம், யூரேனியம், ரேடியம் மற்றும் பொட்டாசியம், கார்பன் ஆகியவற்றின் ஐசோடோப்புகள் போன்ற கதிரியக்கத்தனிமங்கள் உள்ளன.

3. பூமியின் மேற்பரப்பில் உள்ள கதிரியக்க வகைக்கருக்கள் (Radionuclides in Earth's crust):-

யுரேனியம்–238, தோரியம்–232, பொட்டாசியம்–40 போன்ற கதிரியக்கத் தாதுக்கள் பூமியின் மேற்பரப்பில் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. இவை நிலஞ்சார் கதிர்வீச்சு (terrestrial radioactivity) என்னும் நிகழ்வினை ஏற்படுத்துகின்றன.

4. அகக்கதிர்வீச்சு (Internal radiation):-

நமது உடலிலும், (குறிப்பாகத் தசையில் உள்ள பொட்டாசியம் சிதைவடையும்போது) கதிரியக்கம் ஏற்படலாம். மனித உடலில் யுரேனியம், தோரியம், ஸ்ட்ரான்ஷியம் போன்ற கதிரியக்கப்பொருட்கள் மிகச்சிறிய அளவில் உள்ளன. α மற்றும் β துகள்களை உமிழும் பொருட்கள் அக உமிழிகள் (internal emitters) என்றும் காமா கதிர்களை உமிழும் பொருட்கள் புற உமிழிகள் (External emitters) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. அகஉமிழிகள் உடலுக்குள் உட்கிரகிக்கப்பட்டால் கடுமையான விளைவுகளை ஏற்படுத்தும். புறஉமிழிகளின் ஊடுருவும் திறன் அதிகம் என்பதால் உடலுக்குள் உட்கிரகிக்கப்படாவிட்டாலும் கூட அதே விளைவுகளை புறஉமிழிகள் ஏற்படுத்தும்.

II. மனிதர்கள் உருவாக்கும் கதிரியக்கம்:-

மனிதர்கள் உருவாக்கும் கதிரியக்கத்தின் மூலாதாரம் கீழ்வருமாறு.

(a). x – கதிர்கள்.

(b). கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள்

(c). அணுக்கருப் பரிசோதனைகள் (Nuclear tests)

(d) கதிரியக்க வீழ்பொருட்கள்

(e). அணுக்கருவுலைகள் (Nuclear reactors)

(f). அணுமின்சக்தி நிலையங்கள்

(g). கதிரியக்கத் தாது

(h). கதிரியக்கப் பொருட்களின் பயன்பாடு

(i). மின்புலம்

(a.) x – கதிர்கள்:-

ஊடுருவும் திறன் அதிகம் கொண்ட x – கதிர்களுக்கு மனிதர்கள் மீண்டும் மீண்டும் ஆட்படும்போது உடலில் படிப்படியாக x – கதிர்கள் சேர்ந்து உள் உறுப்புகளுக்கு பெரும் பாதிப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

(b). கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள்:-

அயனியாக்கச் கதிரியக்கத்தை வெளிப்படுத்தும் தனிமங்களின் ஐசோடோப்புகள் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் அல்லது கதிரியக்க வகைக்கருக்கள் எனப்படும். கதிரியக்கச் சிகிச்சையின்போது நோயாளிக்குப் பயன்படுத்தப்படும் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் அணுக்கரு மாசுபாட்டின் முக்கிய மூலாதாரம் என்று இப்போது உறுதிசெய்யப்பட்டுள்ளது.

(c). அணுக்கருப் பரிசோதனைகள் (Nuclear tests):-

அணுவெடிப்புப் பரிசோதனையின் போது உருவாகும் கதிரியக்க வகைக்கருக்களில் Sr-90, I-131, Cs-137 and Ba-141 போன்ற பிளவுத்துண்டுகள் (fission fragments), பயன்படுத்தாத வெடிபொருட்கள் மற்றும் பிற செயலூக்கப் பொருட்கள் போன்றவை (activation products) இருப்பதாக ஆராய்ச்சி முடிவுகள் தெரிவிக்கின்றன.

(d) கதிரியக்க வீழ் பொருள்கள் (Radioactive fallout):-

அணுவெடிப்பிற்குப் பிறகு பூமியில் விழும் கதிரியக்கத் துகள்கள் கதிரியக்க வீழ்பொருட்கள் எனப்படுகின்றன. பூமியில் இருந்து 10–15 கி.மீ. உயரத்தில் மிதந்து கொண்டிருக்கும் இத்துகள்கள் கதிரியக்க மழையாக (radioactive rain) மண் மற்றும் நீர் போன்றவற்றை அடைகின்றன. குறைந்த உயரத்தில் (low altitude) அணுவெடிப்பு நிகழ்த்தப்படும்போது மண் மற்றும் நீர் ஆகியவை பெருமளவில்

உறிஞ்சிக் கொள்ளப்படுவதால் உயிரினங்கள் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றன. அதிக உயரத்தில் வெடிக்கப்படும்போது குறைந்த அளவு நீரும் தூசியும் உறிஞ்சிக் கொள்ளப்படுகின்றன.

(e) அணுக்கரு உலைகள்;-

அணுக்கரு உலைகளில் இருந்து பிளவுப் பொருட்களும் (Fission products), வகைக்கருக்களின் வாயுநிலைக்கழிவுகளான C-14, Ar-41, Fe-54, Kr-85, I-129, Xe-133 போன்றவையும், H-3, Co-58 போன்ற திரவக் கழிவுகளும் உருவாகின்றன.

(f) அணுமின்சார நிலையங்கள்:-

கீழ்க்கண்டவை அணுமின்சார நிலையங்களால் உருவாக்கப்படுகின்றன.

(1) கதிரியக்க திரவக் கழிவுகள்:-

மின் உற்பத்தி நிலையங்களில் இருந்து வெளிவரும் திரவக் கழிவுகள் நீர் நிலைகளில் சேர்ந்து நீர்வாழ் உயிரினங்களை பாதிப்பதோடு உணவுச் சங்கிலி மூலம் மனிதர்களையும் அடைகின்றன.

(2) வாயுநிலை மற்றும் துகள்நிலை கதிரியக்கக் கழிவுகள்:-

அணுமின்சார நிலைங்களில் இருந்து வெளியேறும் புகைக்கழிவுகளில் வாயு நிலையிலும் துகள் நிலையிலும் H-3, C-14, Kr-85, I-129 போன்ற ஐசோடோப்புகள் உள்ளன. இவற்றில் சிலவற்றிற்கு நீண்ட அரை – வாழ்நாள் (long half – life) இருப்பதால் அவை சுற்றுச்சூழலில் பல வருடங்கள் தங்கி இருக்கின்றன. இந்தக்காற்றை மனிதன் சுவாசிக்கும்போது ஐசோடோப்புகள் குறிப்பிட்ட உறுப்புகளில் தேங்கித் தீமைகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

(3) பிளவுத் துகள்கள் (Fission fragments):-

அணுமின்சார நிலையங்களில் இருந்து வெளியேறும் Co-58, Sr-90, I-131 மற்றும் Cs-137, Sr-90 போன்ற கதிரியக்கப் பொருட்களில் இருந்து மிக அதிக அளவு கதிரியக்கக் கழிவுகள் உருவாகி நீர் உணவுவலையில் (aquatic food web) தேங்குகின்றன.

(4) வெப்ப வெளிப்பாடு (Heat release):-

12 மில்லியன் பீப்பாய்கள் எண்ணெயில் இருந்து உருவாகும் ஆற்றலுக்கிணையான ஆற்றலை ஒரு டன் யுரேனியம் ஏற்படுத்தும் என்று

ஆராய்ச்சிகள் தெரிவிக்கின்றன. ஒரு கிராம் கதிரியக்கப் பொருளைப் பிளக்கும் போது 23,000 கிலோவாட் வெப்பம் உருவாகும்.

(5) கதிரியக்க தாது (Radioactive Ore):-

கதிரியக்கத் தாதுக்களை பிரித்தெடுக்கும்போது பல கதிரியக்க வாயுக்கள் உற்பத்தியாகின்றன. இவை காற்றில் உள்ள துகள்களில் ஒட்டிக்கொண்டு மாசுபாட்டினை ஏற்படுத்துகின்றன.

(6) கதிரியக்கப் பொருட்களைப் பயன்படுத்துதல்:-

பல அணுக்கருத் தொழிற்சாலைகள் தம்முடைய கழிவுப்பொருட்களைத் திறந்த வெளியில் விட்டுவிடுவதால் அவை மண்ணிலும் நீர்நிலைகளிலும் கலந்து அருகில் வாழும் மக்களுக்கு நீண்ட நாட்கள் வரை கதிரியக்கத்தை வெளிப்படுத்தித் தீமை செய்கின்றன.

(g) மின்புலம் (Electic fields):-

மின்இயந்திரப்பொறிகள் மற்றும் மின்சாரம் செல்லும் மின்பாதை (power transmission lines) போன்றவை மின்புலத்தை ஏற்படுத்துவதால் குறைந்த அதிர்வெண் (low frequency) கொண்ட இம் மின்புலத்திற்கு மக்கள் தொடர்ந்து ஆட்பட நேரிடுகிறது. உயர் அழுத்த மின்கம்பிகளுக்கு அருகில் செல்லும் தேனீக்கள் ஊதா நிறமாக மாறுவதாக ஆராய்ச்சிகள் தெரிவிக்கின்றன. சூரிய ஒளி மறைக்கப்பட்டுள்ள நேரங்களில் செயற்கை காந்த அலைகளும் கதிரலைகளும் (Radiowaves) வலசை போகும் பறவைகளை வழிதவற வைக்கின்றன.

அயனியாக்க கதிரியக்கத்தின் விளைவுகள்:-

கதிரியக்கத் தனிமங்கள் சிதையும்போது α, β மற்றும் γ கதிர்களை உமிழ்கின்றன. உடற்செல்களில் உள்ள முக்கியமான கரிம மூலக்கூறுகளை கதிரியக்கம் சிதைத்து விடுவதால் ஏற்படும் பாதிப்புகளின் அளவானது கதிரியக்கத்தின் திறன் மற்றும் வகையைப் பொருத்தது. சிறிய அளவிலான கதிரியக்கம் என்றாலும் கூட நீண்டநாட்கள் தொடர்ச்சியாகப் கதிரியக்கத்திற்கு உட்படுத்தப்படும்போது மிகவும் ஆபத்தான விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. முதல் உட்படுத்தலுக்குப் (initial exposure) பிறகு 40 ஆண்டுகள் கழிந்த பின்னரும் கூட புற்றுநோய் ஏற்பட்டுள்ளது. கதிரியக்கத்துறையைச் சேர்ந்த ஆரம்பகாலப் பணியாளர்கள் (எ.கா. மேடம் கியூரி) கதிரியக்கத்திற்கு நீண்ட காலம் உட்படுத்தப்பட்டதால் புற்றுநோயால் தாக்கப்பட்டனர்.

கதிரியக்கத்தால் தோல், கல்லீரல், மண்ணீரல், தைராய்டு சுரப்பி போன்ற உறுப்புகளில் பாதிப்பும், கண்புரை, இனப்பெருக்கத்திறன் குறைவு போன்ற விளைவுகளும் எற்படுகின்றன. முயல் மற்றும் எலி போன்ற விலங்குகளில் நடத்திய பரிசோதனையில் கதிரியக்கம் நிணநீர் சுரப்பிகள், பாற்சுரப்பிகள், நுரையீரல், அண்டம், தோல் போன்ற உறுப்புகளிலும் இரத்தத்திலும் புற்றுநோயைத் தூண்டுகிறது என்று நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. கதிரியக்கத்தால் எற்படும் விளைவுகளின் தீவிரமானது வயது, கதிரியக்கம் செலுத்தப்பட்ட உறுப்பு அல்லது திசு போன்றவற்றைச் சார்ந்துள்ளது. வளர்கரு மற்றும் பச்சிளம் குழந்தைகள் கதிரியக்கத்தால் அதிகம் பாதிப்படைகின்றனர். மேலும் ஒரு தலைமுறையில் ஏற்படும் பாதிப்புகள் அந்தத் தலைமுறையோடு மட்டும் நின்றுவிடுவதில்லை. மரபணுக்களில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் அடுத்தடுத்த தலைமுறைகளுக்குக் கடத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக கதிரியக்கத்தால் பாதிக்கப்பட்ட இனப்பெருக்க உறுப்புகளில் உருவாகும் பாலணுக்களில் (gametes) ஏற்படும் தீமை செய்யும் சடுதிமாற்றங்கள் அடுத்த தலைமுறைகளுக்குக் கடத்தப்படுகின்றன. 1945ம் ஆண்டு ஹிரோஷிமா, நாகசாகியில் அணு குண்டு வெடிப்பில் உயிர்பிழைத்த மக்களையும் அவர்களின் சந்ததியினையும் ஆராய்ச்சி செய்த போது அவர்களுக்குக் கதிரியக்கத்தின் பாதிப்பு இருந்தது உறுதியானது. 1976ம் ஆண்டு இந்தியாவில் நடத்தப்பட்ட கணக்கெடுப்பில் தோரியம் – 234ன் அளவு அதிகமாக இருந்த பகுதியில் வாழும் 13000 பேரில் 0.3% மக்கள் மனநலம் குன்றியவர்களாக இருந்தது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதனுடன் ஒப்பிடுகையில் இப்பகுதியை அடுத்து சராசரி அளவு கதிரியக்கத்துடன் உள்ள பகுதியில் வாழும் மக்களிடையே 0.1% மக்கள் மட்டுமே மனநலம் குன்றியவர்களாக இருந்தனர். கதிரியக்கத்தால் குரோமோசோம் பாதிப்புகளும் மங்கோலிசம் (mongolism) கோளாறும் ஏற்படுவதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இந்தியாவில் x- கதிர்களின் பாதிப்பால் ஆண்டுதோறும் 2500 முதல் 1,00,000 குழந்தைகள் மரபுக் கோளாறுகளுடன் பிறப்பதாகவும் இரத்தப் புற்றுநோயால் 200 – 300 குழந்தைகள் இறப்பதாகவும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

சூழ்நிலை மண்டல அளவில் கதிரியக்கத்தின் பாதிப்புகளைப் பார்க்கும்போது கதிரியக்கத் தகைப்பினால் (Radiation stress) உயிரினப் பன்மயத்தில் (species diversity) குறைவு ஏற்படுவதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. கதிரியக்கத் தகைப்பினால் இரை–வேட்டையாடுவோர் சமநிலை (prey – predator equilibrium) போன்ற உயிரிகளுக்கிடையேயான செயல்பாடுகள் மாறிவிடுகின்றன என்று ஆவர்பெஞ்ச் (1958) (Awerbench) கண்டறிந்துள்ளார். மனிதன் வாழாத கடல், மண் மற்றும் பிற சுற்றுச்சூழல்களில் கூட கதிரியக்கமானது மனிதனின் முக்கியமான

வாழ்வாதாரங்களைப் பாதிக்கின்றது. அதாவது சுற்றுச்சூழலில் விடப்படும் கதிரியக்கப் பொருட்கள் ஏதாவதொரு வழியில் மனிதனின் உடலுக்குள் புகுந்துவிடுகின்றன.

கதிரியக்கத்தைத் தடுக்கும் முறைகள்:–

1. அணுக்கரு வெடிப்புகளை எப்போதும் பூமிக்கு வெளியே காற்றில் நடத்தக்கூடாது. தேவைப்பட்டால் பூமிக்குள் நடத்த வேண்டும்.

2. கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளின் உற்பத்தியைக் குறைக்க வேண்டும்.

3. மிகக்குறைவான எண்ணிக்கையில் அணு உலைகளை அமைக்க வேண்டும்.

4. அணுப்பிளவு செயல்பாடுகளைக் குறைக்க வேண்டும்.

5. அணுச்சுரங்கங்களில் (nuclear mines) பூமிக்குக் கீழே வடிகால் வசதியுடன் ஈரமுறைத்துரப்பணம் (wet drilling) மட்டுமே செய்ய வேண்டும்.

6. கதிரியக்க வகைக்கருக்களைக் கழிவுப்பொருளாக வெளியேற்றும் தொழிற்சாலைகள் அவற்றைக் கவனத்துடன் முறையாக வெளியேற்ற வேண்டும்.

7. கதிரியக்க மருத்துவத்தை (radiation therapy) மிகவும் குறைந்த அளவில் கடைசித் தேர்வாக மட்டுமே பயன்படுத்தவேண்டும்.

கதிரியக்கத்தின் பயன்கள்:–

உணவுப்பொருட்கள் கெட்டுப்போகாமல் பாதுகாக்கவும் நுண்ணுயிர்கள் வளராமல் தடுக்கவும், தானியங்களை பூச்சிகளின் தாக்குதலில் இருந்து பாதுகாக்கவும் நோய் ஏற்படுத்தும் கிருமிகளையும் ஒட்டுண்ணிகளையும் செயலாற்றவையாக்கவும், பன்றிக்கறி, மாட்டுக்கறி, கோழி, மீன்கள், இறால்கள் போன்றவற்றை நீண்ட காலம் உறைநிலையில் வைத்திருக்கவும் மருத்துவத் துறையிலும் கதிரியக்கம் பயன்படுகிறது. எனினும் பயன்களைவிட தீமைகள் மிகமிக அதிகம் என்பதால் அதிகபட்ச கவனத்துடன் கதிரியக்கப் பாதிப்புகளில் இருந்து சுற்றுச்சூழலை பாதுகாப்பது நமது கடமையாகும்.

ஒலி மாசுபாடு (Noise Pollution)

முன்னுரை:-

வேதிப்பொருட்கள், கதிரியக்கப் பொருட்கள், புகை போன்ற மாசுபடுத்திகளைப் போலவே ஒலியும் சூழ்நிலை மாசுபடுத்திகளில் ஒன்றாக கருதப்படுகிறது. தவறான இடத்தில் தவறான நேரத்தில் எழுப்பப்படும் தேவையற்ற சத்தங்கள் ஒலி மாசுபாடு எனப்படும். எழுப்பப்படும் ஒலியானது பொருளுடையதாகவோ பொருளற்றதாகவோ இருக்கலாம். ஒரு குழந்தையின் அழுகுரல், ஒரு மனிதனின் கவனத்தைத் திருப்புவதற்காகவோ அல்லது உணர்வுத் தூண்டலுக்கு மறுமொழியாகவோ அல்லது ஒரு செய்தியை தெரிவிப்பதற்காகவோ எழுப்பப்படும் ஒலிகள் போன்றவை பொருளுடைய ஒலிகள் ஆகும். ஆனால் அமைதிக் குலைவு, அழிவு மற்றும் எரிச்சல் ஏற்படுத்தக் கூடிய ஒலிகள் பொருளற்ற ஒலிகள் ஆகும். தொழிற்சாலைகள், வாகனப் போக்குவரத்து போன்றவை எழுப்பும் ஒலிகள் சில நேரங்களில் நம் கேட்கும் திறனை விட அதிகமாக இருக்கின்றன. இது போன்ற தேவையற்ற ஒலிகளால் ஏற்படும் பிரச்சனைகள் ஒலி மாசுபாடு எனப்படும்.

வரையறை:-

1. விரும்பத்தகாத, மகிழ்ச்சியைத்தராத, ஏற்றுக்கொள்ள இயலாத, நலக்குறைவை ஏற்படுத்தக்கூடிய சப்தங்கள் ஒலி மாசு எனப்படும்.

2. சுற்றுச்சூழலில் திணிக்கப்படும் விரும்பத்தகாத சப்தங்கள் ஒலி மாசு எனப்படும்.

3. மனிதர்களின் ஆரோக்கியம், தொடர்பு மற்றும் நலன் போன்றவற்றிக்கு இடையூறு ஏற்படுத்துகின்ற தேவையற்ற சப்தங்கள் ஒலி மாசு எனப்படும்.

ஒலி மாசுபாட்டின் மூலாதாரங்கள்;-

ஒலி இரண்டு வகைப்படும் 1. இயற்கை ஒலிகள் (எ.கா) இடி. 2. மனிதன் ஏற்படுத்தும் ஒலி. (எ.கா) வாகனங்கள், ஒலிபெருக்கிகள், இயந்திரங்கள், விமானங்கள் போன்றவை ஏற்படுத்தும் ஒலிகள். இவற்றுள் கீழ்க்கண்டவை முக்கியமான ஒலிமாசுகள் ஆகும்.

1. தொழிற்சாலைகள் ஏற்படுத்தும் ஒலிகள்:-

அதிகச் செறிவுடைய ஒலிகளைத் தொழிற்சாலைகள் ஏற்படுத்துகின்றன. பொதுவாக இங்கு வேலை செய்யும் தொழிலாளர்கள் காது கேளாமையால் அவதிப்படுகின்றனர். காது கேளாமையின் காரணம் ஒலிச்செறிவு மட்டுமல்ல. நீண்டகாலம் அதிக ஒலிக்கு அவர்கள் ஆட்படுவதும் கூடத்தான். எடுத்துக்காட்டாக எஃகுத் தொழிற்சாலைகளில் வேலை செய்யும் தொழிலாளர்கள் தினமும் எட்டு மணி நேரம் 112 டெஸிபல் ஒலிக்கு ஆட்படுகின்றனர்.

2. போக்குவரத்து ஒலிகள்:-

போக்குவரத்து ஒலிகள் ஆகாய விமானங்கள், மோட்டார் வாகனங்கள் மற்றும் புகை வண்டிகள் போன்றவைகளால் ஏற்படுகின்றன. சாலை வாகனங்களும் டீசல் என்ஜின் வாகனங்களும் கடந்த சில ஆண்டுகளில் பல மடங்கு அதிகரித்துள்ளது. எனவே இவ்வகை ஒலி மாசுபாடுகள் முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன. ஆகாய விமானங்கள் ஏற்படுத்தும் ஒலிகள் சாலை வாகனங்களைவிட மிக அதிகமான ஒலியை ஏற்படுத்துகின்றன. உயர்வேக ஜெட் விமானங்கள் ஏற்படுத்தும் பெரும் ஒலியால் மனிதர்களின் ஆரோக்கியம், இயல்பு நிலை போன்றவை பாதிக்கப்படுதல் மட்டுமின்றி நிரந்தரக் காது கேளாமை ஏற்படவும் வாய்ப்புகள் அதிகம்.

ஒரு திடப்பொருள் ஒலியின் வேகத்தைவிட அதிக வேகத்தில் பயணிக்கும்போது (330m / 1070 ft / sec = 1220 kph / 760 mph) ஏற்படும் ஒலிமுழக்கம் (Sonic boom) 80 கி.மீ வரை கேட்க கூடியது.

இவ்வொலி முழக்கம் மனிதர்களுக்குத் தொல்லை தருவது மட்டுமின்றி விலங்குகளையும் கலவரப்படுத்துகின்றன. ஆனால் இந்தியாவில் விமானங்கள் குறைந்த அளவில் இயக்கப்படுவதால் இவ்வகை ஒலி மாசுகள் ஏற்படுவது இங்கு குறைவு.

3. வாகன ஒலி:-

நகரங்களில் ஒவ்வொரு வருடமும் வாகனங்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்துக் கொண்டே போகிறது. பெருநகரங்களில் எடுக்கப்பட்ட கணக்கெடுப்பின்படி டெல்லி, மும்பை, மற்றும் கொல்கத்தா போன்ற நகரங்களில் ஒலியின் அளவு 90 டெஸிபல்கள் வரை உயர்ந்துள்ளது. அந்நகரங்களில் வாழும் மக்கள் எரிச்சலூட்டும் இவ்வொலிகளுக்கு தொடர்ந்து ஆட்படுத்தப்பட்டால் படிப்படியாக செவிடாக நேரிடலாம்.

4. அக்கம்பக்க ஒலிகள் (neighbourhood Noise):-

இவ்வகையில் உள்ளிட ஓசைகளும் (indoor noise) வெளிப்புற ஓசைகளும் (outdoor noise) அடங்கும். உள்ளிட ஓசையில் குழந்தைகளின் அழுகுரல், தொலைக்காட்சி, கதவுகள் அடித்துக்கொள்ளுதல், குடியிருப்போர்களுக்கிடையேயான உரையாடல் போன்றவையும், வெளிப்புற ஓசைகளில் வாகனங்களின் போக்குவரத்து, விமானம், மக்கள் கூட்டம், ஒலிபெருக்கி போன்றவைகளும் அடங்கும்.

ஒலி மாசுபாட்டின் விளைவுகள்:-

1. 80 டெஸிபல்களுக்கு மேல் உள்ள ஓசைகள் ஒலி மாசுபடுத்தியாகும். உலக சுகாதார நிறுவனத்தின் கருத்துப்படி 45 டெஸிபல்கள்தான் பாதுகாப்பான ஒலி அளவாகும். எனினும் மனிதர்களால் அதிக சிரமமின்றி 75–80 டெஸிபல்கள் வரை கேட்க இயலும்.

2. திடீரென எழும் பெருத்த ஓசையால் செவிப்பறை கிழிந்துவிடும் ஆபத்து உள்ளது.

3. மனிதர்கள் ஒருவருக்கொருவர் தொடர்புகொள்ளுதல் பாதிக்கப்படும்.

4. உடலின் சமநிலை பாதிக்கப்படும்.

5. அதிக ஒலிகள் மூலம் தகைப்பு (stress), திடீரச்சம், மனத்தளர்ச்சி, மனச்சோர்வு, கவனக்குறைவு போன்றவை ஏற்படும்.

6. உறக்கமின்மை ஏற்படுகின்றது.

7. தசைகள் சுருங்குதல் நரம்புகள் பாதிக்கப்பட்டு மன இறுக்கம் மற்றும் பித்துபிடித்த நிலை ஏற்படலாம்.

8. கவலை, தகைப்பு, மனக்கலக்கம் போன்ற செயல்பாடுகளால் இரத்தத்தின் ஹார்மோன் அளவுகள் மாறுபடுகின்றன. இதன் விளைவாக இதயத்துடிப்பு விகிதம் அதிகரிக்கிறது. இரத்தக்குழாய்கள் சுருங்குகின்றன, செரிமானத்தசைஇழுப்பு, கண்பாவை விரிவடைதல் போன்ற தீமைகள் ஏற்படுகின்றன.

9. ஆரோக்கியத் திறன் மற்றும் நடத்தைகள் பாதிக்கப்படுகின்றன.

10. இதயம், மூளை, சிறுநீரகம், கல்லீரல் போன்றவை பாதிக்கப்படுகிறது.

11. உயர் அதிர்வெண் ஒலி (High frequency), அல்லது கேளாவொலி (ultrasonic), அலைகளால் (150 டெஸிபல்களுக்கு மேல்) உட்செவியின் அரைவட்டக்குல்லியங்கள் (Semi circular canal) பாதிக்கப்படுகின்றன. இதனால் குமட்டல், தலைசுற்றல், தலைவலி போன்ற விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

12. தொடர்ந்து 100 டெஸிபல் அளவுடைய ஒலியைக் கேட்பதால் நிரந்தரக் காது கேளாமை ஏற்படுகிறது.

13. உளக்கோளாறு, தூக்கமின்மை, உயர் இரத்த அழுத்தம், வியர்வை அதிகரித்தல், கல்லீரல் நோய்கள், மயக்கம், இரைப்பைப் புண் (peptic ulcer), நடத்தையியல் மற்றும் உளஞ்சார்ந்த தகைப்பு போன்றவை ஏற்படலாம்.

14. ஈஸ்னோஃபிலியா, ஹைப்பர்கிளைசீமியா மற்றும் ஹைப்போகேலிமியா (hypokalemia) போன்ற விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

15. இரவுப் பார்வை (night vision)க்குறைவு, நிறம் உணரும் திறன் குறைதல் போன்ற கண் சம்பந்தப்பட்ட பாதிப்புகள் விளைகின்றன.

16. ஜெட் விமானங்கள் போன்றவை ஏற்படுத்தும் பெருத்த ஓசையானது கர்ப்பிணிகளையும் மற்றும் வயிற்றிலுள்ள கருவையும் பெரிதும் பாதிக்கின்றது. மேலும் தைமஸ் சுரப்பி நசிவையும் உளஞ்சார் நோய்களையும் ஏற்படுத்துகின்றன.

17. ஒலிமாசுகள் உயிரிகளை மட்டுமின்றி உயிரற்றவைகளையும் பாதிக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாகக் கட்டங்களில் விரிசல்கள், ஜன்னல்கள், கதவுகள், கண்ணாடிகள் உடைதல் போன்றவை திடீரென வெளிப்படும் பெரும் ஓசைகளால் ஏற்படுகின்றன.

ஒலிமாசுபாட்டைக் கட்டுப்படுத்துதல்:-

உலக சுகாதார நிறுவனம் "அனைத்து மாசுபாடுகளிலும் சுலபமாகக் கட்டுப்படுத்தக்கூடியது ஒலி மாசுபாடு ஆகும்". என குறிப்பிட்டுள்ளது. எனினும் அதிக ஒலி என்பது பொதுமக்களுக்கு மனரீதியாகவும் உடல் ரீதியாகவும் பாதிப்பை ஏற்படுத்தக்கூடியது என்பதை மக்கள் உணர்ந்தால்தான் ஒலி மாசுக் கட்டுப்பாடு பற்றி நினைக்க இயலும்.

கீழ்க்கண்ட நடவடிக்கைகள் மூலம் ஒலிமாசுவைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

1. செவிப்பாதுகாப்பு உபகரணங்களைப் பயன்படுத்துதல்:-

பெரும் ஒலி ஏற்படுத்தும் இயந்திரங்கள் உள்ள தொழிற்சாலைகளில் வேலை செய்யும் தொழிலாளர்கள் செவியைப் பாதுகாக்கும் காதடைப்பான் (ear plug), கேட்புதவிப் பொறி (ear phone) போன்றவற்றைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

2. பணி முறையை மேம்படுத்துதல்:-

ஆதார அளவிலேயே ஒலி உற்பத்தியைக் குறைத்தல் ஒலி மாசுவைக்குறைக்கும் நடவடிக்கைகளில் முக்கியமானதாகும். தொழிற்சாலைகளை அமைக்கும் போதே இயந்திரங்கள் குறைந்த பட்ச ஒலியை (40–60 டெசிபல்) ஏற்படுத்துமாறு திட்டமிட்டு அமைத்தல் வேண்டும். இயந்திரங்களைச் சுற்றி ஒலி கிரகிக்கும் பொருட்களை (Sound absorbing machines) அமைக்க வேண்டும்.

3. சுற்றடைப்பு ஏற்படுத்துதல் (Providing enclosures):-

கவசத்தகடுகள் (Shields), தடைவேலிகள் (barriers), போன்ற சுற்றடைப்புகளை இயந்திரங்களைச் சுற்றி அமைத்தால் ஒலி அலைகள் பரவுதலைக் கட்டுப்படுத்த இயலும்.

4. அமைதி மண்டலங்களை அமைத்தல்:-

வாகனங்களுக்கு உச்சபட்ச ஒலி அளவை நியமிக்க வேண்டும். மருத்துவ மனைகள், பள்ளிகள் போன்ற இடங்களை அமைதி பிரதேசங்களாக அறிவிக்கவேண்டும்.

5. ஒலி உட்கிரகிக்கும் மரங்களை நடுதல்:-

வேம்பு, தென்னை, அசோக், புளிய மரங்கள் போன்ற மரங்களைப் பள்ளிகள், மருத்துவமனைகள், பொது அலுவலகங்கள், நூலகங்கள் போன்ற இடங்களில் நட்டு வளர்த்தால் 8–10 டெசிபல்கள் வரை ஒலியைக் குறைக்கலாம் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

6. நகரமைப்பு:-

தொழிற்சாலைகள், சாலைப் போக்குவரத்து, கனரக இயந்திரங்கள், விமானங்கள், இருப்புப்பாதைகள் போன்றவை ஏற்படுத்தும் மாசுபாட்டினைச்

சரியான நகரமைப்பு மூலம் குறைக்கலாம். மேற்குறிப்பிட்ட இடங்களில் இருந்து தொலைவில் குடியிருப்புகளை ஏற்படுத்தலாம்.

7. கதவுகள், ஜன்னல்கள் முறையாக வடிவமைத்தல்:-

இரண்டு அல்லது மூன்று அடுக்குகளாகப் பளபளப்பாக்கப்பட்ட கண்ணாடிப் பலகைகளை பொருத்துதல் சிறந்த ஒலித்தடுப்பு அமைப்பாகச் செயல்படுகிறது.

8. சுவர், தரை மற்றும் உட்கூரை (ceiling) போன்றவற்றின் பயன்பாடு:-

மிதக்கும் தரை (floating floors), தொங்கும் கூரை (False ceiling) போன்றவை ஒலி மாசுபாட்டினைக் கட்டுப்படுத்தக் கூடியவை. பொருத்தமான ஒலி கிரகிக்கும் பொருட்களான ஒலித்தடைத்தரை ஓடுகள், (acoustic tiles) ஒட்டுப் பலகைகள் (Plywoods), சுவர், தரை மற்றும் கூரையில் பதிக்கும் துளைகளைக் கொண்ட பொருட்கள் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தி ஒலி அளவைக் குறைக்கலாம்.

9. பொதுமக்களிடையே விழிப்புணர்வை ஏற்படுத்துதல்:-

வானொலி, தொலைக்காட்சி, செய்தித்தாள், செய்திப்படங்கள் போன்றவற்றின் உதவியால் பொதுமக்களுக்கு ஒலி மாசுபாடு குறித்த விழிப்புணர்வை ஏற்படுத்தலாம்.

10. சட்டத்தின் மூலம் கட்டுப்படுத்துதல்:-

திருமணம், விழாக்கள் மற்றும் பண்டிகைகளில் ஒலிக் கட்டுப்பாடு கொண்டு வருவதன் மூலம் ஒலி மாசுவைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

பூச்சிக்கொல்லி மாசுபாடு (Pesticide pollution)

தீங்குயிரிகளைக் கொல்லும் வேதிப்பொருட்கள் பூச்சிக்கொல்லிகள் எனப்படும். இவற்றை பூச்சிக் கொல்லிகள் என்று குறிப்பிட்டாலும் அவை உயிரிகொல்லிகளே (Biocide). வேதியியல் அமைப்பின்படி பூச்சிக் கொல்லிகளை இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம். 1. கனிமப் பூச்சிக்கொல்லிகள் (Inorganic pesticides), 2. கரிமப் பூச்சிகொல்லிகள் (Organic pesticides).

கனிமப் பூச்சிக் கொல்லிகளில் ஆர்செனிக் மருந்துகள், ஃப்ளூரின் கூட்டுப்பொருட்கள், அலுமினியம், ஃபாஸ்ஃபைடுகள், துத்தநாக ஃபாஸ்ஃபைடுகள் போன்றவை அடங்கும். கரிமப் பூச்சிக் கொல்லிகளில்

ஹைடிரோகார்பன்கள், தாவர மற்றும் விலங்கு நச்சுகள் போன்றவை அடங்கும். தற்போது கனிமப் பூச்சிக் கொல்லிகள் மிகக் குறைவாகவே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வளர்ந்த மற்றும் வளரும் நாடுகளில் செயற்கைக் கரிமப் பூச்சிக்கொல்லிகள் மிக அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

செயற்கைக் கரிமப் பூச்சிக்கொல்லிகள் (Synthetic organic insecticides): -

பெரும்பாலான பூச்சிக்கொல்லிகள் கீழ்க்கண்ட மூன்று வகைகளுக்குள் அடங்கும் அவையாவன:

1. ஆர்கனோகுளோரின் (organochlorine) அல்லது கரிமபாசிகைகள்.

2. ஆர்கனோ பாஸ்பேட் (Organo phosphates) கரிமபாஸ்பேட்டுகள்.

3. கார்பமேட்டுகள் (Carbamates).

I. கரிமபாசிகைகள் (Organochlorine):-

ஆர்கனோகுளோரின்கள் குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட ஹைடிரோகார்பன் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. குறைவான ஆவியாகும் தன்மை, வேதியியல் நிலைத்த தன்மை, சூழ்நிலையில் நீடித்திருத்தல் போன்ற காரணங்களால் மீன்கள், பறவைகள் மற்றும் பாலூட்டிகளின் உணவுச் சங்கிலிகளில் இவை சேர்ந்துவிட்டன. இக்கூட்டுப் பொருட்கள் எஸ்ட்ரோஜன் மற்றும் நொதிகளைத் தூண்டும் பண்புகளைப் பெற்றிருப்பதால் இனப்பெருக்க மண்டலத்தினை பாதிக்கின்றன. நாரைகள், கடற்பறவைகள், பருந்துகள் மற்றும் கழுகுகள் போன்ற பறவைகளில் டைகுளோரோடைஃபினைல் வழிப்பொருட்களின் (Dichlorodiphenyl derivative) மோசமான விளைவால் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் போதிய அளவு கால்ஷியத்தைத் திரட்ட இயலாத நிலை ஏற்படுகிறது. இதனால் மெல்லிய ஓடுகளை உடைய முட்டைகளை இடுகின்றன. மெல்லிய ஓடுகளில் ஏற்படும் விரிசல்கள் வழியாக பாக்டீரியாக்கள் ஊடுருவி வளர்கருக்களை அழிக்கின்றன. டைகுளோரோ டைஃபினைல் டைகுளோரோ ஈத்தேனின் (Dicholor diphenyl dichloroethane – DDD) "ஹார்மோன் போன்ற செயல்பாடு" காரணமாக கடந்த 30 ஆண்டுகளில் மனித விந்து எண்ணிக்கை கணிசமாக குறைந்துள்ளது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. கரிம பாசிகைகளில் மூன்று பிரிவுகள் உள்ளன.

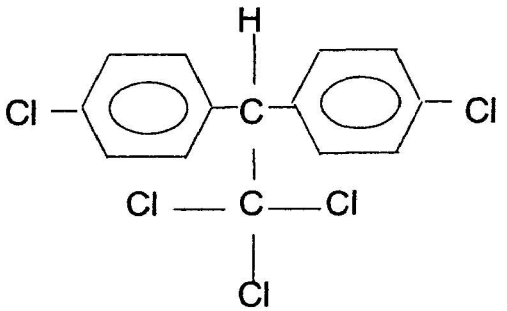
1. டைகுளோரோடைஃபினைல் ஈத்தேன்கள்.

2. சைக்ளோடையீன் மற்றும் அதன் கூட்டுப்பொருட்கள்.

3. ஹெக்ஸாகுளோரோசைக்ளோஹெக்ஸேன்

1. டைகுளோரோடைஃபினைல் ஈத்தேன்கள்.

(a) DDT:- டைகுளோரோ டைஃபினைல் டிரைக்குளோரோ ஈத்தேன்.



DDT:- மிகவும் சக்திவாய்ந்த பூச்சிக்கொல்லி இதுவாகும். இரைப்பை நச்சுவாகச் (Stomach poison) செயல்படும் DDT நீரில் கரையாத, ஆனால் கரிமக் கரைப்பான்களிலும் ஸைலினிலும் அதிகம் கரையக் கூடிய தன்மையுடையது. ஒரு முறை சுற்றுச்சூழலில் விடப்பட்ட DDTயானது பல வருடங்கள் வரை தங்கி இருக்கும். இது பருத்தி, சோயா பீன்ஸ் மற்றும் கடலைப் பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சிகளை அழிக்கவும், கொசுக்களை அழிக்கவும் பயன்படுகிறது. நன்னீரில் DDT யின் ஏற்பளவு வரம்பு (Permissible limit) 0.001 µ கி/லி ஆகும்.

DDTயால் ஏற்படும் நச்சு விளைவுகள்:-

1. பூச்சிகளின் நரம்பு மண்டலம் பாதிக்கப்படுவதால் இறகுகள் முடக்கப்பட்டுப் பூச்சிகள் இறந்துவிடுகின்றன.

2. மனிதர்களில் DDT யின் அரை ஆயுள் காலம் (half life) 0.5 முதல் 0.7 ஆண்டுகள் ஆகும். DDT உடலில் சேருதல் பல விளைவுகளை ஏற்படுத்துவது மட்டுமின்றி தாய்ப்பால் வழியாகவும் வெளிப்படுகிறது.

3. புற்றுநோயூக்கியாகவும் செயல்படுகிறது. எலி மற்றும் சுண்டெலியின் கல்லீரலில் புற்றுநோயை ஏற்படுத்துகிறது என்று உறுதி செய்யப்பட்டுள்ளது.

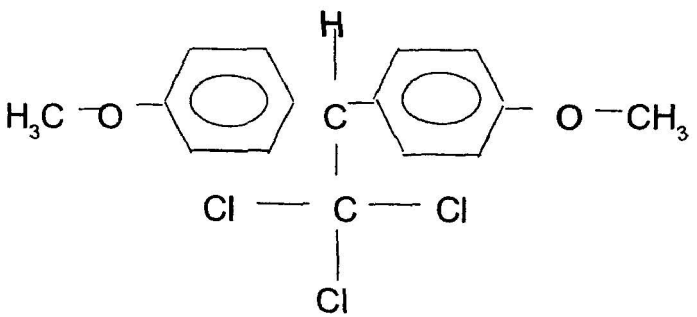
4. மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் கால்ஷியம் ATPase ன் செயல்பாட்டைத் தடுக்கிறது.

5. அதிக அளவில் பயன்படுத்தும் போது இரத்த வெள்ளை அணுக்களின் எண்ணிக்கை பெருகுகிறது. ஹீமோகுளோபின் அளவு குறைகிறது.

6. மனிதனில் DDT நஞ்சூட்டல் (DDT Poisoning) ஏற்பட்டால் தலைச்சுற்றல், தலைவலி, பரபரப்பு, குமட்டல், வாந்தி, சோர்வு, படபடப்பு, வேற்றுணர்வு (Paresthesia) தசையொத்துஇயங்காமை (ataxia) போன்றவை ஏற்படும்.

7. நீடித்த பயன்பாட்டினால் பசியின்மை (Anorexia), எடை இழப்பு, இரத்த சோகை, உடல் நடுக்கம், பலவீனம், உடல் படபடப்பு, வெள்ளை அணுக்கள் அதிகரித்தல் போன்றவை ஏற்படும்.

b. மீத்தாக்ஸிகுளோர் (Methoxychlor):-



இது மீத்தாக்ஸி DDT என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இதன் வேதியியல் பெயர் 1,1,1: டிரைக்குளோரோ –2,2–பிஸ் மீத்தாக்ஸி பினைல் ஈத்தேன் ஆகும். இது DDTயைப்போல் கொழுப்புத்திசுக்களில் தேங்குவதில்லை. பாலின் மூலம் வெளியேறுவதும் இல்லை. எனவே DDT யை விட மீத்தாக்ஸிகுளோர் அதிகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நன்னீரில் இதன் ஏற்பளவு வரம்பு 0.003 µ கி/லி.

மீத்தாக்ஸிகுளோரினுடைய நச்சு விளைவுகள்:-

1. மீத்தாக்ஸிகுளோர் வாய் வழிப் பயன்பாட்டில் எலிகளின் Ld_{50} 5000 – 6000 மிகி / கி.கி ஆகும். மனிதர்களில் மரணத்தை ஏற்படுத்தக் கூடிய குறைந்தபட்ச வாய்வழி (Oraldose) அளவு 6400 மிகி / கி.கி என்றும்

தோலின் வழியாக நச்சு விளைவை ஏற்படுத்தும் குறைந்த பட்ச அளவு 2400 மிகி / கி.கி என்றும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

2. மத்திய நரம்பு மண்டலம் பாதிக்கப்படுதல், படிப்படியாக பலவீனமடைதல் மற்றும் பேதி ஆகிய விளைவுகள் அதிகபட்ச வெளிப்பாட்டில் ஏற்படுகின்றன. மிக அதிக அளவில் 36–48 மணிநேரங்களில் மரணம் ஏற்படலாம்.

2) சைக்ளோடையீன் (Cyclodienes):-

(a) குளோர்டேன் (Chlordane):-

இது உடலில் பட்டவுடன் அல்லது உட்கொண்டவுடன் பூச்சிகளைக் கொல்லுகிறது. இது ஒரு நரம்பு நச்சாகும் (Neurotoxicant), புற்றுநோயூக்கியாகவும் செயல்படுகிறது. நன்னீரில் ஏற்பளவு வரம்பு 0.01 µ கி/லி.

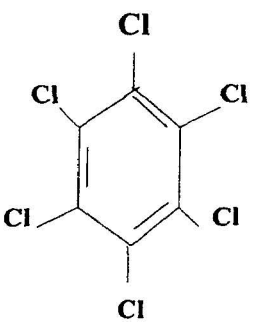
b. என்டோசல்ஃபான் (Endosulfan):-

இது நெல், சோளம், மற்ற தானியங்கள், தேயிலை, காபி, பழங்கள் மற்றும் காய்கறிப் பயிர்களின் பூச்சிகளைக் கொல்லப் பயன்படுகிறது. வாய்வழிப் பயன்பாட்டில் எலிகளின் LD_{50} 18-160 மி.கி / கி.கி. நன்னீரில் ஏற்பளவு வரம்பு – 0.01 µ கி/லி. இம்மருந்தின் விளைவாக மனிதர்களுக்குத் தடுமாற்றம், சமநிலை இழத்தல், மூச்சுவிடச் சிரமப்படுதல், நிலைக்குத்திய பார்வை, வாந்தி, பேதி, கலக்கமடைதல், வலிப்பு, நினைவிழத்தல் போன்ற கெடுதல்கள் ஏற்படும்.

3. ஹெக்ஸாகுளோரோ சைக்ளோஹெக்ஸேன்:-

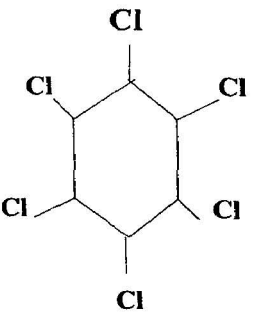
பிறபெயர்கள். பெர்குளோரோபென்ஸீன், பென்ங்க்சர் (Bencture). க்ரனீரோ (Granero).

(a) ஹெக்ஸாகுளோரோபென்ஸீன் (Hexachlorobenzene – HCB):-



இது கோதுமைக் காளான் நோயை (bunt) கட்டுப்படுத்தவும் விதைப்பாதுகாப்பிற்காகவும் பூஞ்சைக் கொல்லியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எலிகளில் இதன் LD_{50} 3500 மி.கி / கி.கி. HCB மனிதர்களில் போர்ஃபைரியா (Porphyria) என்னும் நோயை ஏற்படுத்துகிறது. தோலில் கொப்புளங்கள் மற்றும் தழும்புகள் ஏற்படுதல், உணர்ச்சிக் குறைதல், தோல் நோய்த் தொற்றுக்கு ஆட்படுதல், ஆஸ்டியோபோரோசிஸ் என்னும் எலும்பு நைவு நோய் ஆகியவை இப்பூச்சிக்கொல்லியால் ஏற்படுகின்றன. மேலும் நரம்பு மண்டலம், கல்லீரல், சிறுநீரகம், மண்ணீரல் மற்றும் நுரையீரல் போன்ற உறுப்புகள் HCB யால் பாதிக்கப்படுகின்றன. நன்னீரில் இதன் அனுமதிக்கப்பட்ட அளவு 0.01 µ கி/லி.

(b) லின்டேன் (Lindane):-



பிற பெயர்: பென்ஸீன் ஹெக்ஸாகுளோரைடு (BHC), ஹெக்ஸாகுளோரோசைக்ளோஹெக்ஸேன் (HCH), லினாக்ஸ், டிரிப்பிள் சிக்ஸ் ($C_6H_6Cl_6$) (Triple six) போன்றவை.

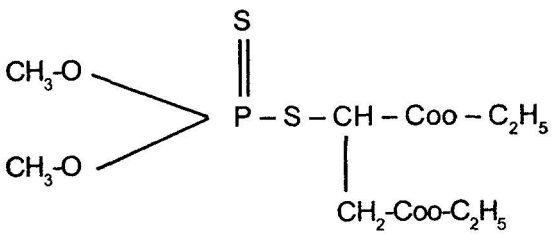
(குறிப்பு: லின்டேன் எனப்படும் ஹெக்ஸாகுளோரோசைக்ளோ ஹெக்ஸேன் (HCH) ஆனது பென்ஸீன் ஹெக்ஸாகுளோரைடு BHC என்று வெகுகாலமாக தவறாக குறிப்பிடப்பட்டுவருகிறது. இப்பெயரை ஹெக்ஸாகுளோரோபென்ஸீனுடன் (HCB) குழப்பிக்கொள்ளகூடாது).

மண்ணில் வாழும் பூச்சிகள், தாவரயுண்ணிப்பூச்சிகள் போன்றவற்றைக் கொல்ல இது பயன்படுகிறது. பயிர்களைப் பாதுகாக்கவும், பூச்சிகளால் ஏற்படும் நோய்களைத் தடுக்கவும், விதை நேர்த்தி செய்வதற்கும் இம்மருந்து அதிகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நன்னீரில் ஏற்பளவு வரம்பு 0.01 µ கி/லி ஆகும். புற்றுநோயூக்கும் திறன் அதிகம் கொண்டது. மேலும் மத்திய நரம்பு மண்டலம், கல்லீரல், கணையம், விந்துப்பை, நாசியறையின் கோழைப்படலங்கள் போன்ற உறுப்புகளையும் பாதிக்கின்றது.

II. கரிம பாஸ்பேட் பூச்சிக்கொல்லிகள் (Organophosphate insecticides)

இவை நீரில் கரையக்கூடிய பூச்சிக்கொல்லிகள் ஆகும். ஒன்று அல்லது இரண்டு பாஸ்ஃபரஸ் அணுக்களைக் கொண்ட இப்பூச்சிகொல்லிகள் பாஸ்ஃபாரிக்அமிலம் போன்ற கனிம அமிலங்களின் வழிப்பொருட்களாகும் (derivatives). கரிம பாசிகைபூச்சிக்கொல்லிகளைவிட கரிமபாஸ்பேட் பூச்சிக்கொல்லிகளுக்கு சுற்றுச்சூழலில் நீடித்திருக்கும் தன்மை குறைவாக இருப்பதால் இம்மருந்து அதிகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. கரிம பாஸ்பேட்டுகள் அசிட்டைல்கோலைன் (acetylcholine) என்னும் நரம்பலைபரப்பியின் (neurotransmitter) அமைப்பை ஒத்திருப்பதால் அசிட்டைல்கோலைனுடன் போட்டியிட்டு கோலைன் எஸ்டிரேசுடன் இணைந்து விடுவதால் அதன் இயல்பான பணிகள் தடுக்கப்படுகிறது. டெட்ராஈத்தைல்பைரோபாஸ்பேட், ஃபார்மோதியான், ஃபோரேட் போன்ற பல கரிம பாஸ்பேட்டுகள் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றுள் சில கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

a) மாலதியான் (Malathion):-



இது கார்போஃபாஸ், மெர்க்காப்டோதியான் மற்றும் மால்டிசன் ஆகிய பெயர்களிலும் அழைக்கப்படுகிறது. மிகவும் பாதுகாப்பான பூச்சிகொல்லிகளில் இதுவும் ஒன்று. எலிகளில் இதன் LD_{50} 100 மி.கி / கிகி. இது வீட்டுத்தோட்டங்களில் காய்கறி, பழங்களைத் தாக்கும் பூச்சிகள், கொசுக்கள், ஈக்கள், சிலந்திகள் போன்ற பூச்சிகளைக் கொல்லவும் புறஒட்டுண்ணிகளான தலைப்பேன் மற்றும் உடற்பேன்களை அழிக்கவும் பயன்படுகிறது. இம்மருந்தினால் உடல் மரத்துப்போதல், கூசுதல் போன்ற உணர்வு, தலைவலி, தலைச்சுற்றல், நடுக்கம், குமட்டல், வியர்த்தல், மங்கலான பார்வை, வயிற்றுத்தசை பிடிப்பு, சுவாசம் தடைபடுதல், இதயத்துடிப்பு குறைதல், இயைபின்மை போன்ற விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

b) டையாஸினான் (Diazinon):-

இது கரப்பான் பூச்சிகள், எறும்புகள் மற்றும் துள்ளுப்பூச்சிகள் போன்றவற்றைக் கொல்லப்பயன்படுகிறது. மேலும் நெல், கரும்பு, புகையிலை, உருளைக் கிழங்கு போன்ற பயிர்வகைகளைத் தாக்கும் பூச்சிகளை அழிக்கவும் பயன்படுகிறது. டயாசினால் நச்சினால் மனிதர்களுக்கு பலவீனம், தலைவலி, மூச்சுப்பிடிப்பு, பார்வைக் குறைவு, உமிழ்நீர் ஒழுகுதல், வியர்வை, குமட்டல், வாந்தி, வயிற்றுத்தசைப் பிடிப்பு, பேச்சுக்குழறல் போன்ற விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

III. கார்பமேட்டுகள் (Carbamates):-

கார்பமேட் வகையைச் சேர்ந்த பல வேதிப்பொருட்கள் சிறந்த களைக்கொல்லியாகவும், பூஞ்சைக்கொல்லியாகவும் செயல்பட்டாலும் பெரும்பாலும் இவை பூச்சிக் கொல்லிகளாகவே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கார்பமேட் பூச்சிக்கொல்லிகள் கார்பாமிக் அமிலத்தின் (NH_2COOH) (Carbamic acid) ஓரினச் சேர்மங்கள் ஆகும். கார்பமேட் நச்சால் மனிதர்களுக்கு உமிழ்நீர் ஒழுகுதல், கண்ணீர் வடிதல், கண்பாவைச் சுருக்கம், வலிப்பு மற்றும் மரணம் போன்றவை ஏற்படுகின்றன. நாள்பட்ட நச்சுத் தன்மையினால் இயைபின்மை (incoordination), தசை ஒத்தியங்காமை (ataxia), நிலைசாய்தல் போன்ற விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

பிற வகைகள் :-

1. பைரித்ராய்டு பூச்சிக்கொல்லிகள்:-

கிரிசாந்திமம் சினரேரியேஃபோலியம் (Chrysanthemum *cinerariaefolium*) என்னும் மலரில் இருந்து தயாரிக்கப்படும் இவற்றால் தீங்கு ஏதும் விளைவதில்லை என்பதால் சுற்றுச்சூழல் மாசுபாடு பற்றியநோக்கில் இப்பூச்சிக்கொல்லிகள் முக்கியத்துவம் பெறவில்லை.

2. டைநைட்ரோஃபீனால்:-

இவை பூச்சிக்கொல்லிகளாகவும், சிலந்திக் கொல்லிகளாகவும், களைக்கொல்லிகளாகவும் செயல்படுகின்றன.

களைக்கொல்லிகள்:-

தேவையற்ற களைச்செடிகளைக் கொல்லும் வேதிப்பொருட்கள் களைக்கொல்லிகள் எனப்படும். பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் களைக்கொல்லிகள் சில கிழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

1. ஃபீனாக்ஸி களைக்கொல்லிகள் (Phenoxy herbicides):-

அகன்ற இலைகளையுடைய களைகளைக் கொல்லப்பயன்படுகிறது. எ.கா. ஃபீனாக்ஸி அசிட்டிக் அமிலம், 2,4-D உப்புகள் போன்றவை.

2. டிரை அசைன் வழிபொருட்கள் (Triazine derivatives):-

இவை வேர்களின் வழியே தாவரங்களில் நுழைவதால் மண் களைக்கொல்லிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. (எ.கா.) சிமாசின், அட்ராசின், புரோபசின் போன்றவை. இவை மண்ணில் நீண்டகாலம் நிலைத்திருப்பதால் மனிதர்களுக்கும் பாலூட்டிகளுக்கும் பாதிப்பை ஏற்படுத்துகிறது.

3. பைபைரிடைல்கள் (Bipyridyles):-

விதைப்பதற்கு முன்னால் வயல்களில் இருந்து களைகளை அகற்றிச் சுத்தம் செய்ய இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இருவிதையிலைத் தாவரங்களை இம்மருந்துகள் அழிக்கின்றன.

பூஞ்சைக்கொல்லிகள்:-

வேளாண்பயிர்களையும் பிற வணிகப் பொருட்களையும் பூஞ்சைகளின் பாதிப்பிலிருந்து பாதுகாக்க பயன்படுத்தப்படும் வேதிப்பொருட்கள் பூஞ்சைக்கொல்லிகள் எனப்படும். ஃபினைல்மெர்க்குரிக்குளோரைடுஅசிட்டேட், டென்டாகுளோரோஃபீனேட் தியாரம் போன்ற பூஞ்சைக்கொல்லிகள் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பிற பூச்சிக்கொல்லிகள்:-

1. கொறிப்புயிரிக் கொல்லிகள் (Rodenticides):-

சோடியம்ஃப்ளூரோ அசிட்டேட் மற்றும் வார்ஃபாரின் ஆகியவை கொறிப்புயிரிகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. சோடியம் ப்ளூரோ அசிட்டேட் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தைப் பாதித்து இதயம் செயல்படுவதைத் தடுக்கிறது. வார்ஃபாரின் இரத்த உறைவு எதிர்பொருளாகச் செயல்பட்டு அக இரத்த ஒழுக்கை ஏற்படுத்தி மரணத்தை விளைவிக்கிறது.

2. மெல்லுடலிக் கொல்லிகள்:-

மொலுசிட், சோடியம் பென்டா குளோரோபீனேட், தாமிரசல்பேட் போன்றவை நத்தைகளைக் கொல்லப்பயன்படுகின்றன.

பூச்சிக்கொல்லிகளால் ஏற்படும் விளைவுகள்:-

1. சுற்றுச்சூழல் மாசுபாடு:-

DDT போன்ற குளோரினேற்றப்பட்ட ஹைடிரோகார்பன்கள் சுற்றுச்சூழலில் நிலைத்துவிடுகின்றன. அவை ஒரு சூழ்நிலை மண்டலத்தில் இருந்து மற்றொரு சூழ்நிலை மண்டலத்திற்குத் துரிதமாக கடந்து சென்று விடுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகப் பருத்திப் பயிர்களுக்குத் தெளிக்கப்படும் DDT மழைநீரில் கரைந்து ஆறுகளில் கலந்து விடுகின்றன. DDT, என்ட்ரின், டைஎல்ட்ரின் போன்றவை நிலத்தடி நீரில் கலந்து குடிநீரை மாசுபடுத்திவிடுகின்றன. பாசனவயல்களில் இருந்து ஆவியாகும் நீருடன் பூச்சிக்கொல்லிகளும் வளிமண்டலத்தில் கலந்துவிடுகின்றன. மண்துகள்களில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் பூச்சிக்கொல்லிகள் தூசிகளாகப் பல கிலோமீட்டர்கள் தூரம் வரை காற்றுடன் கலந்து பரவுகின்றன.

2. தீங்குயிரிகள் அல்லாத பிற உயிரிகளின் மீது ஏற்படும் விளைவுகள்:-

பூச்சிக்கொல்லிகள் பிற உயிரிகளின் மீது புறத்தோற்றம், நடத்தை, உயிர்வேதியியல் மற்றும் உடற்செயலியல் போன்றவற்றில் மாறுபாடுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. பல பூச்சிக்கொல்லிகள் மீன் உண்ணும் பறவைகள் மற்றும் பிற உயர்விலங்குகளின் இனப்பெருக்க மண்டலத்தைப் பாதிக்கின்றன (மிமென்டல் 1971). 2,4,4–D மற்றும் 2,4,5–T போன்ற களைக்கொல்லிகள் கோழிகளின் இனப்பெருக்கத்தைத் குறைக்கின்றன. திராம் பாதித்த கோழிகள் மென்ஓடுடைய முட்டைகளை இடுகின்றன. டைஎல்டிரின் பெண் வெண்வால் மான்களின் வளர்ச்சி விகிதத்தைக் குறைக்கின்றன. பலவேதிப்பொருட்கள் இளம் மீன்களைப் பாதிக்கின்றன. (பாண்டே மற்றும் சுக்லா (1984), மாக்கிம் மற்றும் பீனாயிட் (1971)). DDT யின் அளவு 3.00 ppm விட குறைவாக இருக்கும் வரை டிரவுட் மீனின் நுண்குஞ்சுகளில் (fry) சில இறந்தன. ஆனால் DDT யின் அளவு 5.00 ppm க்கு மேல் அதிகரித்த போது 100 சதவீத நுண்குஞ்சுகளும் இறந்துவிட்டன.

மேலும் பூச்சிக்கொல்லிகள் இலக்குஉயிரிகள் (target organisms) மீது ஏற்படுத்தும் பாதிப்பையே இலக்கு அல்லாத (non target organism) பிற உயிரிகள் மீதும் ஏற்படுத்துகின்றன. இலக்கு அல்லாத உயிரிகளில் நன்மை செய்யும் உயிரிகளும் முக்கியமான தீங்குயிரிகளின் இயற்கைஎதிரிகளும் பூச்சிக்கொல்லிகளால் கொல்லப்படுகின்றன.

3) பூச்சிகளில் தடைத்திறம் (அ) எதிர்ப்புச் சக்தி ஏற்படுதல்:-

தீங்குயிரிகள் மீது திரும்பதிரும்ப பூச்சிக்கொல்லிகளைப் பயன்படுத்தும்போது தீங்குயிரிகள் அந்தக் குறிப்பிட்ட மருந்துக்கு எதிர்ப்புச்சக்தியை வளர்த்துக் கொண்டுவிடுகின்றன. எ.கா. 1945ல் DDT முதன்முதலாகப் பயன்படுத்தியபோது கொசு உற்பத்தி கட்டுப்பாட்டுக்குள் இருந்தது. எனினும் 6–7 வருடங்களில் DDT க்கு தடைத்திறம் கொண்ட கொசுக்கள் உருவாகிவிட்டன. எனவே ஈதைல்பாரதியான் என்னும் புதிய பூச்சிக்கொல்லி 1961ல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. கொஞ்சநாட்களில் இது செயலாற்றதாகிவிட மீத்தைல் பாரதியான் என்னும் புதிய பூச்சிக்கொல்லி கண்டுபிடிக்கப்பட்டு அதுவும் 1963ல் செயலற்றதாகிவிட்டது. இதில் ஆச்சரியப்படத்தக்க முக்கியமான விஷயம் என்னவெனில் கொசுக்கள் ஏற்படுத்திக் கொண்ட தடைத்திறமானது அடுத்தடுத்த தலைமுறைக்கும் கடத்தப்படுவது தான். எனவே ஒவ்வொரு ஆண்டும் புதிய பூச்சிக்கொல்லியைப் பயன்படுத்தித் தீங்குயிரிகளைக் கட்டுப்படுத்துவதில் ஏற்படும் சிரமங்களைக் குறைக்கலாம்.

4) மனிதர்கள் மீது பூச்சிக்கொல்லிகளின் தாக்கம்:-

பூச்சிக்கொல்லிகள் கலந்த உணவை உட்கொள்வதன்மூலம் பூச்சி மருந்துகள் மனிதனின் உடலுக்குள் சென்று கொழுப்புத் திசுக்களிலும் (3ppm முதல் 90 ppm வரை) கல்லீரல், மூளைத்திசு, இனப்பெருக்க உறுப்புகள், சிறுநீரகம் மற்றும் இரத்தம் போன்ற உறுப்புகளிலும் சேமித்துவைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு சேமித்துவைக்கப்படும் பூச்சிக்கொல்லிகள் புற்றுநோயாக உருவெடுக்ககூடும். மேலும் மூளைத்திசு மென்மையடைதல், உயர் இரத்த அழுத்தம், பக்கவாதம், கல்லீரல் கழலை நோய் (Liver cirrhosis) போன்ற நோய்களும் ஏற்படலாம் (மில்லர் 1980). மக்களின் கொழுப்புத்திசுவில் எஞ்சி உள்ள DDT (residual DDT) எப்போது வேண்டுமாலும் புற்றுநோயை உண்டாக்கலாம் (கிளேசன் 1962).

பூச்சிக்கொல்லி நச்சுவினால் மனிதனுக்கு எரிச்சல், தலைசுற்றல், தலைவலி, வாந்தி, வலிப்பு, தசைஒத்தியங்காமை, உடல் நடுக்கம், பலவீனம், நரம்பு தசைக்கோளாறுகள் மற்றும் பக்கவாதம் போன்றவை ஏற்படுகின்றன.

பூச்சிக்கொல்லி மாசுபாட்டைக் கட்டுப்படுத்துதல்:-

1. DDT போன்ற அனைத்துக் கொல்லிகளைப் பயன்படுத்துவதைத் தவிர்க்க வேண்டும்.

2. தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சில பூச்சிக்கொல்லிகளை மட்டும் (selective pesticide) பயன்படுத்த வேண்டும்.

3. சிறு அளவில் மட்டுமே பூச்சிக்கொல்லிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

4. மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்தக்கூடாது.

5. இது குறித்த விழிப்புணர்வை மக்களிடையேயும் விவசாயிகளிடையேயும் ஏற்படுத்த வேண்டும்.

6. பூச்சிக்கொல்லிகள் பற்றிய ஆராய்ச்சியை ஊக்குவிக்கவேண்டும்.

வெப்ப மாசுபாடு (Thermal pollution)

நீர்ச்சூழலியல் மண்டலங்களில் வெப்பம் ஒரு முக்கியக் காரணியாகச் செயல்படுகிறது. நீர்வாழ்த் தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் நுண்ணுயிர்கள் போன்ற உயிரிகள் மட்டுமின்றி நீரின் தரமும் வெப்ப மாசுபாட்டினால் பாதிக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக நீர்வாழ் விலங்குகள் வெப்பநிலையில் இயற்கையாக ஏற்படும் நாள்சார்ந்த மாறுபாடுகள் மற்றும் பருவகால மாறுபாடுகள் போன்றவற்றிகுத் தம்மைத் தகவமைத்துக் கொள்கின்றன. எனினும் மனிதர்களால் ஏற்படுத்தப்படும் வெப்பநிலை மாறுபாடுகள் நீர்நிலைகளின் பயன்பாட்டினையும் உற்பத்தித் திறனையும் பாதிக்கின்றன.

I. கூடுதல் வெப்பநிலையின் மூலாதாரங்கள் (Sources of Surplus heat):-

சுற்றுச்சூழலில் கீழ்க்கண்ட வழிகளில் வெப்பம் வெளியிடப்படுகிறது.

1. அனல் மின்சார நிலையங்கள் மற்றும் அணுசக்தி நிலையங்கள் (Nuclear power plants).

2. தொழிற்சாலைக்கழிவுகள்.

3. உயிர்வேதியச் செயல்பாடுகள் (biochemical activities).

4. சாக்கடைக் கழிவுநீர்.

70 – 80% கூடுதல்வெப்பம் அனல்மின் நிலையங்களாலும் அணுமின் நிலையங்களாலும் உருவாகின்றது. அனல்மின் நிலையங்களில் உருவாகும் மொத்தவெப்பத்தில் 70% கழிவுவெப்பமாக (waste heat) வெளியேறுகிறது. அணு

ஆற்றல் நிலையங்கள் அனல்மின் நிலையங்களைவிட சிறிது அதிக கூடுதல்வெப்பத்தை உற்பத்தி செய்கின்றன. இவ்வாறு உற்பத்தி செய்யப்படும் கூடுதல்வெப்பமானது இயந்திரங்களைக் குளிர்விக்கப்பயன்படுத்தப்படும் குளிர்வித்தல்நீரை (cooling water) அடைகிறது. இதனால் வெப்பமடையும் நீரானது மீண்டும் நீர்நிலைகளில் விடப்படுகிறது.

சாக்கடைநீர் வெப்பநிலையானது அவைச் சென்று சேரும் நீர்நிலையின் வெப்பநிலையைவிட 4° முதல் 8°C வரை அதிக வெப்பநிலையைக் கொண்டுள்ளது. அனல்மின் நிலையங்கள் மற்றும் அணுமின் நிலையங்களில் இருந்து வெளியேறும் நீரானது அவை வெளியிடப்படும் நீர்நிலையின் வெப்பநிலையைவிட 10° முதல் 14°C வரை அதிக வெப்பநிலையில் உள்ளன. இவ்வாறு நீர்நிலைகளை அடையும் வெப்பநீரானது நீர்நிலையில் பலகுறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன.

II. நீர்நிலைகளில் வெளியிடப்படும் வெப்பநீரால் ஏற்படும் விளைவுகள்:-

நீர்நிலைகளில் வாழ்கின்ற உயிரிகள் பெரும்பாலும் மாறுவெப்பநிலை (Poikilotherm) உயிரிகள் என்பதால் கூடுதல்வெப்பத்தால் அதிகம் பாதிக்கப்படுகின்றன. கூடுதல்வெப்பத்தால் ஏற்படும் விளைவுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1. இயந்திரங்களைக் குளிர்விப்பதற்காக நீர் செலுத்தப்படும்போது அதில் உள்ள தாவர மற்றும் விலங்கு மிதவைஉயிரிகள், மீன்குஞ்சுகள் போன்றவை நீரின் வெப்பநிலையில் திடீரென்று ஏற்படும் மாற்றத்தைச் சந்திக்க வேண்டியுள்ளது. அவற்றில் சில உயிரிகள் வெப்பத்தின் தாக்கத்தால் இறக்கின்றன.

2. குளிர்வித்தலுக்குப் பயன்படுத்தும் நீரில் உள்ள வண்டல்களை அகற்றுவதற்காகச் சேர்க்கப்படும் வேதிப்பொருட்கள் நீருக்கு நச்சுத்தன்மையை ஏற்றி உயிரிகளுக்கு மரணத்தை விளைவிக்கின்றன.

3. உயர்வெப்பநிலையில் விலங்குகளின் திசுக்களில் உள்ள கொழுப்பு உருகுதல், புரதங்கள் சிதைதல் போன்றவை ஏற்படுகின்றன. மேலும் செல்படலத்தின் ஊடுருவல்திறனும் பாதிக்கப்படுகிறது. உயிரிகளின் உடலில் உள்ள நொதிகளின் செயலாற்றல் உகந்த வெப்பநிலையை அடையும் வரை உயர்ந்துகொண்டே சென்றாலும், அதன்பிறகு நொதிகளின் செயல்பாடு நின்றுவிடுகின்றது.

4. உயர்வெப்பநிலையில் வளர்சிதை மாற்றச் செயல்பாடுகள் அதிகரிப்பதால் ஆக்ஸிஜன் தேவையும் அதிகரிக்கிறது. மேலும் மீன்களின் நீந்தும் வேகமும் எரிச்சலுணர்வும் அதிகரிப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. பல மீன்கள் 35°C வரையுள்ள வெப்பநிலையில் உயிர்வாழ்கின்றன. 35°C க்கு மேல் வெப்பநிலை உயர்ந்தால் பல மீனினங்கள் இறந்துவிடுகின்றன. மேலும் உயர்வெப்பநிலையில் உயிரியல் செயல்பாடுகள் தேவையில்லாமல் அதிகரிப்பதால் நீர்வாழ் உயிரினங்களின் பலம் குன்றி அவற்றின் வாழ்நாள் குறைகிறது.

5. வெப்பநிலை உயர்வதால் நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்ஸிஜனின் அளவும் குறைகிறது. 5°C வெப்பநிலையில் நீரானது தெவிட்டுநிலை அடைய லிட்டருக்கு 12.8 மி.கி ஆக்ஸிஜன் தேவை. 35°C வெப்பநிலையில் நீர்தெவிட்டுநிலை அடைய லிட்டருக்கு 7.1 மி.கி ஆக்ஸிஜன் தேவை. ஆனால் 40°C வெப்பநிலையில் லிட்டருக்கு 6.6 மி.கி. ஆக்ஸிஜன் போதுமானது. எனவே வெப்பநிலை உயரும்போது நீர்நிலைகளில் உள்ள ஆக்ஸிஜன் குமிழ்களாக மாறி நீரைவிட்டு வெளியேறுகின்றன. இந்த ஆக்ஸிஜன் குமிழ்கள் சில நேரங்களில் மீன்களின் செவுள்களில் ஒட்டிக்கொண்டு மீன்களின் ஆக்ஸிஜன் உள்ளேற்பைத் தடுக்கின்றன. இதனால் மீன்கள் நீரின் மேற்பரப்புக்கு வந்து காற்றை சுவாசிக்க வேண்டிய கட்டாயம் ஏற்படுகிறது. இது மீன்களால் முடியாது என்பதால் அவை மூச்சுத்தினறி இறக்கின்றன. இது **வளிக்குமிழ் நோய்** (Gas buffle disease) என்று அழைக்கப்படுகின்றது.

6. உயர்வெப்பநிலையில் சில நோய்க்கிருமிகள் செயலூக்கம் பெறுவதால் தாவரங்களும் விலங்குகளும் நோய்த்தாக்குதலுக்கு ஆளாகின்றன.

III. வெப்பநீரால் நீர்நிலைகளில் ஏற்படும் சூழலியல் விளைவுகள் :-

வெப்பநீரானது அடர்த்தி குறைவாக இருப்பதால் எடை குறைந்து நீரின் மேற்பரப்பை ஆக்கிரமித்துக் கொள்கிறது. இதனால் நீர்ப்பரப்பில் நீருக்கும் வளிமண்டலத்திற்கும் இடையே நடைபெறும் வாயுப்பரிமாற்றம் நிறுத்தப்படுகிறது. மேலும் உயர்வெப்பநிலையில் ஆக்ஸிஜனின் கரையும் தன்மை குறைகிறது. அதே நேரம் நீரில் உள்ள உயிரிகளின் வளர்சிதைமாற்றத்திற்கு அதிக ஆக்ஸிஜன் தேவைப்படுகிறது. மேலும் நீரின் மேலடுக்கில் வாழும் உயிரிகள் அதிகவெப்பத்தைத் தாங்க இயலாது நீர்நிலையின் கீழடுக்கை நோக்கிக் செல்கின்றன. இவை அனைத்தும் ஒன்றாகச் சேர்ந்து நீரின் மேலடுக்கிலும்

கீழடுக்கிலும் ஆக்ஸிஜன் குறைபாட்டை ஏற்படுத்துகின்றன. வெப்பநீரில் ஏதேனும் கரிமப் பொருட்கள் இருந்தால் அவற்றின் மீது நுண்ணுயிர்கள் செயல்பட்டு அவற்றைச் சிதைத்து கரிம அமிலங்கள் (organic acids), ஹைடிரஜன் சல்ஃபைடு மற்றும் அம்மோனியா போன்ற நச்சுப்பொருட்களை வெளியிடுகின்றன. இதன் காரணமாக ஏற்கனவே ஆக்ஸிஜன் குறைபாட்டில் இருக்கும் உயிரிகள் பெரிதும் பாதிப்படைகின்றன.

கரிம மற்றும் கனிமப் பொருட்களின் கரைதிறன் குளிர்ந்த நீரை விட வெப்பநீரில் அதிகம். ஆனால் வாயுக்களின் கரைதிறன் வெப்பநீரில் குறைவு. இதன் விளைவாக வெப்பநீரில் அதிக உப்புக்களும் குறைவான வாயுக்களும் கரைகின்றன. எனவே நீரின் வேதியியல் தன்மை முழுவதுமாக மாறிவிடுவதால், முடிவில் உயிரிகள் மடிந்துவிடுகின்றன அல்லது உகந்த சூழல் நிலவும் வேறு வாழிடங்களுக்கு இடம் பெயர்ந்துவிடுகின்றன.

இவ்வாறு சில உயிரிகள் மடிந்துவிடுவதாலும் சில உயிரிகள் வேறு இடங்களுக்கு இடம் பெயர்ந்துவிடுவதாலும் ஒரு நீர் நிலையில் அதிக வெப்பநிலையைத் தாங்கும் உயிரிகள் மட்டும் அதிகப் போட்டியின்றி வளரத்தொடங்குகின்றன. எனவே அங்கு உயிரியப்பன்மயம் (biodiversity) மறைகிறது. உயிரினங்களின் (species) எண்ணிக்கைக் குறைந்து வெப்பத்தைத் தாங்கும் சில உயிரினங்களின் தனிஉயிரிகளின் எண்ணிக்கை மட்டும் திடீரென அதிகரிக்கின்றது. இதன் விளைவாகப் பொருளாதார முக்கியத்துவம் உள்ள இனங்கள் மறைந்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு மின்நிலையங்கள், தொழிற்சாலைகளில் இருந்து வெளியேறும் வெப்பநீரால் நீர்நிலைகளின் உயிரியல் அமைப்பு முழுவதும் மாறிவிடுகின்றது.

நகரமயமாதல் (Urbanization)

கிராமப்புறங்களில் வாழும் மக்கள் மேலும் மேலும் நகர்ப்புறங்களில் குடியேறுவதால் நகர்ப்புறங்கள் வளருகின்றன. இது போன்ற வளர்ச்சி வளரும் நாடுகளில் அதிகம் காணப்படுகிறது. 2005ம் ஆண்டில் வெளியான ஐக்கிய நாடுகளின் 'உலக நகரமயமாக்கலின் எதிர்காலம்' பற்றிய அறிக்கையில் '1900ல் 13 சதவீதமாக (220 மில்லியன்) இருந்த நகர மக்கள் தொகை 1950 ல் 29 சதவீதமாகவும் (732 மில்லியன்) 2005ல் 49 சதவீதமாகவும் (3.2 பில்லியன்) உயர்ந்தது என்று குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. 2030ல் இது 60 சதவீதமாக (4.9 பில்லியன்) உயரும் என்றும் அதே அறிக்கை எச்சரித்துள்ளது.

காரணங்கள்:-

வேலை வாய்ப்புகள், கல்வி, வீட்டுவசதி மற்றும் போக்குவரத்து வசதி போன்ற காரணங்களுக்காக கிராமப்புற மக்கள் நகரங்களில் குடியேறுகின்றனர். மேலும் பொருளாதார வாய்ப்புகளைத் தேடியும் நகர்ப்புறத்தை நாடுகின்றனர். கிராமப் புறங்களில் அடிப்படை வாழ்வாதாரத்தினைத்தாண்டி மக்களின் வாழ்க்கைத்தரத்தினை உயர்த்துவது கடினம். கொள்ளை நோய்கள் மற்றும் கணிக்கவியலாத தட்பவெப்ப நிலை போன்றவை கிராம வாழ்க்கையில் சிக்கலை ஏற்படுத்தியுள்ளன. இதற்கு மாறாக நகரங்களில் பணம், வேலை மற்றும் செல்வம் போன்றவற்றைப் பெறுவதற்கான சாத்தியக்கூறுகள் அதிகம். மேலும் வேலைவாய்ப்பளிக்கும் தொழில்கள், வணிகம் போன்றவை நகரங்களில் நிறைந்துள்ளன. கடல் கடந்த வணிகம் அல்லது சுற்றுலா போன்ற எதுவாயினும் நகரங்கள் வழியாகவே அந்நியச் செலாவணிகள் நாட்டிற்குள் நுழைகின்றன. இதன் காரணமாகவே கிராமத்தில் உள்ள மக்கள் நகரத்திற்கு வந்து போதிய பணம் ஈட்ட முயற்சிக்கின்றனர்.

இவற்றைத் தவிர நகரங்களில் கிடைக்கும் மருத்துவ வசதி, திரையரங்குகள், உணவகங்கள் மற்றும் கருத்துக்கருப்பூங்காக்கள் (theme parks) போன்ற பொழுதுபோக்கு அம்சங்களும் நகரமயமாதலின் காரணங்களாகும்.

இவை எல்லாவற்றுக்கும் மேலாகத் தரம் மிக்க கல்வி அளிக்கும் பல்கலைக் கழகங்கள், கல்லூரிகள் மற்றும் பள்ளிகள் ஆகியன மிக முக்கியமான காரணங்களாகும். மேலும் நகரங்களில் உள்ள அதிக மக்கள் தொகை காரணமாக, கிராமங்களில் இல்லாத பல்வேறு சமூக சமுதாயங்களை நகரங்களில் காணலாம். குறிப்பாகத் தொழிற்சாலைகள் அற்ற ஒரு சமுதாயம் தொழிற்சாலைகள் நிறைந்த சமூகமாக மாறும் காலத்தில் இது அதிகரித்துக்காணப்படுகிறது. இக்காலகட்டத்தில் புதிய வணிக நிறுவனங்கள் உருவாகச் சாத்தியங்கள் இருப்பதால் நகரத்தில் புதிய வேலை வாய்ப்புகள் உருவாகின்றன. மேலும் தொழில்மயமாதலின் காரணமாக விவசாயப் பண்ணைகள் இயந்திரமயமாகிவிட்டதால் பல கூலித்தொழிலாளிகள் வேலையிழக்கின்றனர். இவர்களும் நகரத்திற்குக் குடிபெயர்கின்றனர். இது தற்போது இந்தியாவில் வேகமாக நடைபெற்று வருகின்றது.

நகரமயமாதலும் சுற்றுச்சூழலும்

தற்போது நகரமயமாதலில் ஏற்பட்டுள்ள சிக்கல்கள் அரசாங்கத்தின் கவனத்திற்கு வராவிட்டால் அடுத்த நூற்றாண்டின் மிகப்பெரும் பிரச்சினையாக நகரமயமாதல் உருவாக அதிக வாய்ப்புகள் உள்ளன. பல நாடுகளில் இப்பிரச்சினை இன்னும் அறியப்படவேயில்லை. ஓரளவு அறிந்த நாடுகளிலும் அதன் தொடர்பாக நடவடிக்கைகள் ஏதும் எடுக்கப்படவில்லை. தட்பவெப்ப நிலை மாற்றங்கள், நன்னீர்த் தட்டுப்பாடு, காடுகள் அழிந்துபோதல், நன்னீர் மாசுபாடு மற்றும் மக்கள் தொகைப் பெருக்கம் போன்றவை வளர்ந்துவரும் பிரச்சினைகளாகும். மேலும் குடிநீர்த் தட்டுப்பாடு, சுகாதாரக்குறைவு, குப்பைகளை அகற்றுவதில் ஏற்படும் பிரச்சினைகள் மற்றும் தொழிற்சாலை மாசுபாடுகள் போன்றவையும் நகரமயமாதலால் ஏற்படும் பிரச்சினைகளாகும். இப்பிரச்சினைகளால் ஏற்படும் விளைவுகள் கீழே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

1. நகரமயமாதலால் ஏற்படும் சுற்றுச்சூழல் விளைவுகள்:-

நகர்ப்புறங்களில் வெப்பத்தீவுகள் (Heat islands) உருவாகுதல் ஒரு வளர்ந்துவரும் பிரச்சினையாகும். தொழிற்சாலை நகரங்களும் நகர்ப்புறங்களும் உருவாகும்போது அதிக வெப்பநிலை நிலவும் நகர்ப்புறங்களில் வெப்பத்தீவுகள்

உருவாகின்றன. பொதுவாக கிராமப்புறங்களில் பூமியை அடையும் சூரிய வெப்பமானது தாவரங்கள் மற்றும் மண் ஆகியவற்றிலுள்ள நீரை ஆவியாக்குகின்றன. ஆனால் நகரங்களில் தாவரங்களும் மண்வெளிகளும் குறைவு என்பதால் சூரியவெப்பத்தின் பெரும்பகுதியை நகரின் கட்டுமானங்களும் காரைகளும் உறிஞ்சிக்கொள்கின்றன. எனவே நகரங்களில் வெப்பமான பகல் நேரங்களிலும் கூட 'ஆவியாக்கிக் குளிர்வித்தல்' (Evaporative cooling) குறைவாக நடைபெறுவதால் பூமியின் மேற்பரப்பில் வெப்பம் அதிகரிக்கிறது. மேலும் வாகனங்கள், தொழிற்சாலைகள், குளிரூட்டும் அமைப்புகள் மற்றும் வீடுகளில் உருவாகும் வெப்பம் போன்றவையும் வெப்பத்தை அதிகரிக்கின்றன. இதன் விளைவாக நகரத்தின் வெப்பநிலை சுற்றுப்புற நிலப்பகுதியை விட 2 முதல் 10°F (1-6°C) வரை அதிகரிக்கிறது. மண்ணின் ஈரத்தன்மை, கார்பன்டை ஆக்ஸைடின் அளவு அதிகரித்தல் போன்ற விளைவுகளும் ஏற்படுகின்றன.

2. மக்கள் தொகைப் பெருக்கம் (Over population):-

வேகமாக வளர்ந்து வரும் மக்கள் தொகையே சுற்றுச் சூழல் பிரச்சினைகள் ஏற்பட முக்கியக் காரணமாகும். இதே வேகத்தில் மக்கள் தொகைப் பெருகினால் 2050ம் ஆண்டில் உலக மக்கள் தொகை 10 பில்லியனைத் தொட்டுவிடும். தற்போதைய மக்கள் தொகை சராசரியாக இளம் மக்களைக் கொண்டுள்ளதால் நீண்ட இனப்பெருக்கக்காலம் உள்ளது. இனப்பெருக்க விகிதம் (fertility rate) குறைந்தாலும் கூட மக்கள் தொகை எதிர்காலத்தில் அதிகரிப்பதற்கான வாய்ப்புகளே அதிகம். 2025ம் ஆண்டில் உலக மக்கள் தொகையில் 84% வளரும் நாடுகளில் வாழ்வார்கள் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. பல நகரங்களில் மக்கள் தொகையானது நகரின் கொள்திறனைக் கடந்துவிட்டது.

3. உணவு மற்றும் பிற வசதிகளுக்கான தேவை அதிகரித்தல்:-

மக்கள் தொகைப் பெருக்கத்தால் நீர், உணவு, உறைவிடம் ஆற்றல், உடை போன்றவற்றிற்கான தேவை மிகவும் அதிகரித்துள்ளது. மேலும் உணவுத்தேவை அதிகரிப்பதால் விவசாயிகள் அதிக விளைச்சலுக்காக மண்வளத்தைத் தீர்க்க வேண்டிய நிலை ஏற்படும். உலக மக்கள் தொகையில் 50% நகரத்தில் வாழ்கின்றனர். மீதியுள்ள 50% கிராமப்புறமக்கள் நகர்ப்புறமக்களுக்கும் சேர்த்து உணவு உற்பத்தி செய்ய வேண்டியுள்ளது.

4. காற்று, நீர் மற்றும் மண் மாசடைதல்:-

உயர்ந்த வாழ்க்கைத் தரம் கொண்ட தொழில்வளர்ச்சியடைந்த நாடுகள் கூட வளரும் நாடுகளை விட அதிக பசுமை இல்ல வாயுக்களையும் காற்று மாசுபடுத்திகளையும் உற்பத்தி செய்கின்றன. வளர்ந்த நாடுகள் பல

தொழில்நுட்பங்களைப் பயன்படுத்தித் தம் சுற்றுச்சூழல் பாதிப்புகளைக் குறைத்துக் கொள்கின்றன. ஆனால் வளரும்நாடுகளில் இத்தொழில்நுட்பங்கள் பொருளாதார ரீதியாக சாத்தியப்படாதவை. இக்காரணங்களால் சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகள் வளரும் நாடுகளில் அதிகம்.

பல நாடுகளில் காற்று ஏற்கனவே மாசடைந்துவிட்டதால் நோய்களும் மரணங்களும் ஏற்படுகின்றன. பெரும்பாலும் புதைபடிவஎரிபொருளைப் பயன்படுத்தும் தொழிற்சாலைகள், போக்குவரத்து வாகனங்கள், மின் உற்பத்தி போன்றவற்றால் நகர்ப்புறங்களின் காற்று மாசடைகிறது.

5. நீர் மாசடைதல்:-

கழிவு நீர் சுத்திகரிப்பு மற்றும் சுகாதாரக் குறைவுகள் நீர் மாசடைதலின் முக்கிய காரணிகள் ஆகும். நகர்ப்புறங்கள் அல்லது தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேறும் சுத்திகரிக்கப்படாத நீரைக் கொட்டும் இடமாக நீர்நிலைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வளரும் நாடுகளில் பல நதிகள் திறந்த கழிவுநீர்க்கால்வாய்களாக மாறிவிட்டன. நகரங்களில் அமைந்திருக்கும் தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேறும் திரவக் கழிவுகளால் மீன் வளம் பாதிக்கப்படுகிறது. மீன்பிடி தொழில் அதிகமாக நடைபெறும் இடங்களின் அருகில் பெருநகரங்கள் அமைந்திருந்தால் ஆயிரக்கணக்கான மக்கள் தங்கள் வாழ்க்கைத் தொழிலை இழக்கின்றனர். பல நகரங்களின் சுத்திகரிக்கப்படாத கழிவுகளைக் கடலில் கொட்டுவதால் பெரும்பாலான கடற்கரை நகரங்களின் அழுக்கான கடற்கரை மற்றும் கடல் நீரால் ஆபத்தான நோய்கள் ஏற்படுகின்றன.

6. போக்குவரத்து (Traffic):-

மோட்டார் வாகனங்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பு பல நகரங்களில் பெரும் பிரச்சினையாக உள்ளது. மேலும் போக்குவரத்து இடர்ப்பாடுகளால் நகரங்களில் அலுவலகம் மற்றும் கல்வி நிறுவனங்களுக்கு செல்லும் நேரங்களில் போக்குவரத்து மிகவும் தாமதமாக நடைபெறுகிறது. நகரங்களின் வளர்ச்சியை சரியாகத் திட்டமிடாததே போக்குவரத்து இடர்ப்பாடுகளின் முக்கிய காரணமாகும்.

7. தண்ணீர் தேவை:-

தனி நபருக்கான தண்ணீர் தேவை ஒரு நாளுக்கு 27 லிட்டர்கள் என்று உலக சுகாதார நிறுவனம் (WHO) பரிந்துரைத்துள்ளது. நகர மயமாதலின் காரணமாக தனிநபருக்கு தேவைப்படும் தண்ணீரின் அளவுக்கும், கிடைக்கும் நீரின் அளவுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடு அதிகரித்துக் கொண்டே வருகிறது. மேலும் நகரங்களில் உள்ள மக்களின் தனிநபர் நீர் பயன்பாடு கிராமப்புற மக்களைவிட அதிகம்.

8. திடக்கழிவுகளால் ஏற்படும் பிரச்சினைகள்:-

நகர்ப்புற குடியிருப்புகளில் சேரும் கழிவுப் பொருட்கள் மட்டுமின்றி, தொழிற்சாலைகள், மருத்துவமனைகள் மற்றும் கல்விநிறுவனங்கள் போன்றவற்றிலிருந்து வெளியேறும் கழிவுகளில் பல நச்சுப்பொருட்களும் தீமை செய்யும் வைரஸ் மற்றும் பாக்டீரியாக்கள் போன்ற கிருமிகளும் காணப்படும். எனினும் இப்பொருட்கள் நேரடியாகத் திறந்த வெளிகளிலும் தரிசுநிலங்களிலும் தெருக்களிலும் கொட்டப்படுகின்றன. இக்கழிவுகள் மழைநீருடன் சேர்ந்து நீர்நிலைகளை அடைவதால் நிலத்தடி நீரும் மேற்பரப்பு நீரும் (surface water) பாதிக்கப்படுகின்றன. சில சமயங்களில் திடக்கழிவுகளை நிலத்தில் கொட்டி பள்ளங்களை நிரப்புகின்றனர். இதன் காரணமாகவும் கழிவுகள் நீருடன் கசிந்து நிலத்தடி நீரை அடைகின்றன. வளரும் நாடுகளில் பெரும்பாலும் கிணற்று நீரே குடிநீராகப் பயன்படுத்தப்படுவதால் அது மக்களின் நலனில் பெரும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது. தனிநபர் உருவாக்கும் கழிவுப்பொருட்களின் உற்பத்தி வருமானத்திற்கேற்றபடி அதிகரித்துவருகிறது. வேகமாக வளர்ந்து வரும் நகரங்களில் உருவாகும் குப்பைகளை அன்றாடம் அகற்றுதல் கடினமாக உள்ளது. கழிவுகளை சேகரித்து அகற்றும் முகமைகள் ஆள்பற்றாக்குறையுடனும் நிதிப்பற்றாக்குறையுடனும் செயல்படுவதாலும், குப்பைசேகரிக்கும் வண்டிகள் போன்ற கருவிகளின் பற்றாக்குறையாலும் குப்பைகளை சரியாக சேகரிக்க முடிவதில்லை. மேலும் சேகரிக்கப்பட்ட குப்பைகள் எரிக்கப்படுவதால் உருவாகும் புகை மற்றும் வாயுக்களால் சுவாசம் சம்பந்தப்பட்ட பல பிரச்சினைகள் ஏற்படுகின்றன.

9. ஒலி:-

நகரங்களில் வான்ஊர்திகள், தொழிற்சாலைகள் இயங்குதல், போக்குவரத்து வாகனங்கள் மற்றும் கட்டுமானத் தொழிற்சாலைகள் போன்றவற்றால் ஏற்படும் ஒலிகளால் தூக்கம் தடைபடுதல், காது கேளாமை, மன அழுத்தம் (stress) வேலையில் திறன்குறைதல், படபடப்பு போன்றவை அதிக ஒலியால் ஏற்படுகின்றன. குறிப்பாக பெருநகரங்களில் வாழும் மக்கள் ஒலியால் ஏற்படும் மன அழுத்தத்திலேயே வாழ்கின்றனர்.

10. நகர்புற சுகாதாரம்:-

நகர்ப்புறங்களில் குடியிருப்புகளின் அளவும் செறிவும் அதிகம் என்பதால் சுகாதாரப் பிரச்சினைகளும் அதிகம். பல நகரங்களில் கழிவுநீர் ஆறுகளிலும் கடற்கரையோரங்களிலும் விடப்படுகின்றன. இவ்வாறு மாசடைந்த நீர்

நிலத்திற்கடியில் நீண்ட தூரம் வரை பரவுகின்றன. கழிப்பறை, கழிவுநீர்த்தொட்டிகள் (septic tank) போன்றவை சரியாகக் கட்டப்படாமலும் சரியாகப் பராமரிக்கப்படாமலும் சரியான இடத்தில் கட்டப்படாமலும் இருந்தால் கழிவு நீரானது கலபமாக நிலத்தடி நீரில் கலந்துவிடும்.

11. நிலத்தடிநீர்:-

நகர மக்கள் தம் பயன்பாட்டிற்கு நிலத்தடி நீரையே நம்பியுள்ளனர். நிலத்தடி நீர் அதிகமாக உறிஞ்சப்படுவதால் நிலத்தடி நீரின் இயல்புமட்டம் (water table) கீழே இறங்குதல் மற்றும் நில இறக்கம் (land subsidence) போன்றவை ஏற்படுகின்றன. மேலும் கடலோரப் பகுதிகளில் கடல்நீரானது நீரகங்களில் (Aquifer) நுழைவதால் நிலத்தடிநீர் உப்புத்தன்மையுடையதாக மாறிவிடுகிறது.

12. வெள்ளம்:-

நகரங்களில் கட்டடங்கள் நிறைந்திருப்பதால் நீரை உள்ளிழுக்கும் பூமிப் பரப்பின் அளவுக் குறைந்துவிடுகிறது. எனவே மழைநீர் உள்ளிழுக்கப்படுவதும் குறைந்துவிடும். ஆதலால் மழைநீரானது சாதாரண பரப்புகளில் ஓடுவதைவிட நகர்ப்புறங்களில் நூறுமடங்கு அதிக வேகத்தில் ஓடும். ஆனால் மழைநீரின் ஓடுபாதை கட்டடங்களால் தடுக்கப்படுவதால் நகரத்தின் தாழ்வான பகுதிகள் வெள்ளத்தில் மூழ்கும்.

13. ஆரோக்கியம்:-

சுற்றுச்சூழல் தொடர்பான நோய்கள் நகரங்களின் சுகாதாரமற்ற குடிசைப்பகுதிகளில் அதிகம் காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலான நோய்கள் நீர், உணவு, மண் மற்றும் காற்றில் உள்ள நோயூக்கிகளால் ஏற்படுகின்றன. மக்கள் நெரிசல் அதிகமுள்ள பகுதிகளில் தீ விபத்துக்கள் அதிகம் ஏற்படுகின்றன.

உயிரியத் தீர்வாக்கம் (Bioremediation)

முன்னுரை:-

உயிரிகளை, குறிப்பாக நுண்ணுயிரிகளைப் பயன்படுத்தி சுற்றுச்சூழல் மாசுபாடுகளை அழித்தலும் கழிவுப் பொருட்களை சுத்திகரித்து மாசுறுதலைத் தடுத்தலும் உயிரிய தீர்வாக்கம் எனப்படும். சுற்றுச்சூழலில் இருந்து மாசுபடுத்திகளை அகற்றவும் மாசடைந்த பகுதிகளை மீட்டு சீராக்கவும் மீண்டும் மாசுறுதலைத் தடுக்கவும் உயிரியத் தீர்வாக்கம் சிறந்த மாற்றுத்தொழில் நுட்பமாக வளர்ந்து வருகிறது.

உயிரியத்தீர்வாக்கத்திற்குப் பயன்படும் நுண்ணுயிர்களின் ஆற்றல் எல்லையை (range) விரிவுபடுத்த ஆராய்ச்சித் திட்டங்கள் செயல்படுகின்றன. மாசு நீக்கும் திறன் அதிகம் கொண்ட, பலவித மாசுபடுத்திகளின் மீதும் செயல்படக் கூடிய, உயர்வெப்பநிலை போன்ற சூழ்நிலை ஏற்றத்தாழ்வுகளைத் தாங்கக் கூடிய இயற்கை நுண்ணுயிர்களைக் கண்டறிவதற்கான முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. ஆராய்ச்சியாளர்கள் நவீன உயிரிய முறையில் சிதைக்கும் நுண்ணுயிர்களை உருவாக்க மரபியல் தொழில்நுட்பத்தினைப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர்.

எடுத்துக்காட்டாக இயற்கை நுண்ணுயிரிகளால் அழிக்க இயலாத டையாக்சின் (Dioxins) போன்ற குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட ஹைடிரோகார்பன்களைச் (Chlorinated hydrocarbons) சிதைக்க மரபியல் குறியீடு (genetic code) மாற்றம் செய்யப்பட்ட நுண்ணுயிர்களை உருவாக்கலாம். நச்சுப்பொருட்களைச் சிதைக்கும் நொதிகளை உருவாக்கும் மரபணுக்களை நுண்ணுயிர்களில் நுழைப்பதால் உயிரியத் தீர்வாக்கம் மூலம் சிதைக்கப்படும் கூட்டுப்பொருட்களின் எல்லை விரிவடைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஜப்பானைச் சேர்ந்த ஓர் ஆராய்ச்சிக் குழு 50% டொலுயீன் கரைசலிலும் உயிர்வாழக்கூடிய சூடோமோனாஸ் (Pseudomonas) இனத்தைப் பிரித்தெடுத்துள்ளனர். இதில் சிதைவுமாற்ற நொதிகளுக்கான (Catabolic enzmes) மரபணுக்களைச் சேர்த்தால் நீரற்ற கரைப்பான்களிலும் (Non aqueous solvents) உயிரியத் தீர்வாக்கம் நடைபெறப் பயன்படுத்தலாம்.

உயிரியத் தீர்வாக்கத்தின் வகைகள்:-

1. திடக்கழிவுகள் மற்றும் குப்பைகளிலிருந்து உயிரிய வாயு தயாரித்தில்:-

உயிர்வளி அற்ற நிலையில், கழிவுப்பொருட்களில் வளரும் நுண்ணுயிர்கள் சில சமயங்களில் பயன்தரக்கூடிய வாயுக்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. உயிரியவழிச்சிதைவுறும் கரிம திடக்கழிவுகளும் குப்பைகளும் உயிரியவாயு (biogas) (கார்பன்டை ஆக்ஸைடு மற்றும் மீத்தேன்) வாகவும் மட்கல் (humus) போன்ற பொருளாகவும் உலர் ஆக்ஸிஜனற்ற சுவாசம் (dry anaerolbic composting – Dranco) மூலம் மாற்றப்படுகிறது. உயிரியவாயுவானது (biogas) மெத்தனோஜென்கள் (methanogens) எனப்படும் மீத்தேன் உற்பத்தி செய்யும் பாக்டீரியாக்களால் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இம்முறையில் முதல் நிலை சுத்திகரிப்பில், ஒரு பெரிய தொட்டியில் இட்ட கழிவுகளில் மூன்று வாரங்கள் வரை ஆக்ஸிஜனில்லா சிதைவு நடைபெறுகிறது. சிதைக்கப்பட்ட பொருட்கள் இரண்டு

வாரங்கள் வரை ஆக்ஸிஜன் மூலம் பக்குவப்படுத்தப்படுகிறது. இம்முறையில் உற்பத்திசெய்யப்படும் மீத்தேன் மின்சார உற்பத்திக்குப் பயன்படுகிறது.

2. கனிம கூட்டுப்பொருட்களை அகற்றுதல்:-

கரிமப் பொருட்களை அகற்றுவதற்காக ஏற்படுத்தப்பட்ட அமைப்புகள் கனிமக் கூட்டுப்பொருட்களையும், அகற்றுவதற்கேற்றபடி மாற்றியமைக்கப்பட்டுள்ளன. கழிவுநீரில் இருந்து நைட்ரேட்டுகள் அகற்றப்பட்டால், சுத்திகரிக்கப்பட்ட நீரைப்பெறும் நீர்வழிகளில் மிகைஊட்டவளம் ஏற்படுதல் தடுக்கப்படும். ஓர் உயிரிவினைக்கலத்தின் (bioreactor) வழியாக கழிவு நீர் செல்லும்போது அங்குள்ள மீத்தைலோடிரோஃபிக் பாக்டீரியாக்கள் நைட்ரஜன்நீக்கம் (Denitrification) செய்கின்றன. முதலில் உயிரிவினைக்கலத்தில் மீத்தைலோடிரோஃப்கள் வளர்வதற்காக மெத்தனால் சேர்க்கப்படுகிறது. பின்னர் சொட்டுவடிகட்டி (trickling filter) மற்றும் திறன் சேர்க்கப்பட்ட கார்பன் துகள் வடிகட்டி மூலம் வடிகட்டியபிறகு பயன்பாட்டுக்காக நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது. மீதியுள்ள கழிவுகளில் உள்ள நைட்ரேட்டை பாக்டீரியாக்கள் முதலில் நைட்ரைட்டாக மாற்றுகிறது. பிறகு நைட்ரைட் மூலக்கூறு நைட்ரஜனாக மாற்றப்பட்டு வளிமண்டலத்தில் விடப்படுகிறது.

3. தொழிற்சாலைக் கழிவுநீரில் இருந்து நச்சுத்தன்மையுள்ள வேதிப்பொருட்கள் அகற்றப்படுதல்:-

தொழிற்சாலைக்கழிவுகளில் உள்ள ஹைடிரோகார்பன்கள் மற்றும் குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட கரைப்பான்கள் போன்றவற்றை மரபுவழிச் சுத்திகரிப்பு முறைகளில் சிதைக்க இயலாது. ஆனால் DDT, ஹெப்டாக்ளோர், குளோர்டேன் போன்ற பூச்சிக்கொல்லிகளைத் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைக் கழிவுகளில் உள்ள குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட ஹைடிரோகார்பன்களை சூடோமோனாஸ் போன்ற பாக்டீரியாக்களால் சிதைக்க இயலும். இம்முறையில் எப்பிக்குளோரோஹைடிரின் மற்றும் ஃபீனாலிக் கூட்டுப் பொருட்களில் இருந்து ஈப்போக்ஸிரெஸின் (Epoxyresin) தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகள் வெளியேற்றும் கழிவு நீரை ஒரு உயிரிவினைக்கலத்தில் இட்டு நுண்ணுயிர்கள் மூலம் சிதைக்கப்படுகிறது. இந்த நுண்ணுயிர்கள் எப்பிக்குளோர் ஹைடிரின் மற்றும் கிளைசிடால் (glycidol) போன்ற வேதிப்பொருட்களின் அடர்த்தியைத் தாங்கக்கூடியதிறனைப் பெற்றிருப்பதால் இவற்றையும் பிற குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட கரிமப்பொருட்களையும் நுண்ணுயிரிகள் சிதைத்து அழிக்கின்றன. பின்னர் நச்சுநீக்கம் செய்யப்பட்ட பாதுகாப்பான நீர் சுற்றுச்சூழலில் விடப்படுகிறது.

4. உயிரிய வாயு சுத்திகரிப்பு அமைப்புகள்:- (Biological gas treatment systems) உயிரிய வடிகட்டிகள் (biofilters), உயிரியபடலம் (biofilm), உயிரிய மாசுநீக்கிகள் (bioscrubbers), உயிரிய சொட்டு வடிகட்டிகள் (biotrickling filters):-

மரபுவழி நீர் சுத்திகரிப்பு அமைப்புகள் காற்று மாசுபடுத்திகளைச் சுத்தம் செய்ய ஏதுவாக மாற்றியமைக்கப்பட்டுள்ளன. உயிரியமாசுநீக்கிகளிலும் உயிரியச் சொட்டு வடிகட்டிகளிலும் ஒரு திடப்பரப்பின் மீது பல நுண்ணுயிர்ச் சமூகங்கள் (microblial community) பல அடுக்குகளாக வளர்க்கப்படுகின்றன. இவை உயிரிய படலங்கள் (bio film) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. நீர் சுத்திகரிப்பு நிலையங்களிலிருந்து வெளிவரும் வாயுக்களை உயிரியப் படலங்கள் வழியாகச் செலுத்தும் போது வாயுக்களில் உள்ள கரிம மாசுபடுத்திகள் நுண்ணுயிரிகளால் அழிக்கப்படுகின்றன. உயிரிய வடிகட்டிகள் காற்றில் உள்ள கரிம மாசுகளை அகற்றப்பயன்படுகின்றன. உயிரியவடிகட்டுதலில் (biofilteration) ஒரு திடப்பொருள் நிரப்பிய பாகியின் (column) வழியாக வாயுக்கள் அனுப்பப்படுகின்றன. இதன்மேல் வளரும் உயிரியப்படலமானது வாயுக்களில் உள்ள 95% கரிம மாசுகளை உயிரியச்சிதைவடையச் செய்கின்றன.

உயிரியவினைக்கலன்கள் காற்றில் உள்ள ஃபார்மால்டிஹைடுகளை நீக்கப்பயன்படுகின்றன. காற்றில் ஆவிநிலையில் கலந்திருக்கின்ற கரிமச் சேர்மங்களை நீக்க உயிரியவினைகலன்களில் பூஞ்சைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. செயற்கை ரப்பர், ரெசின் மற்றும் பிளாஸ்டிக் தயாரிப்பின் போது வெளிவரும் ஸ்டைரீன் (styrene) என்னும் பூரிதமடையாத (அ) தெவிட்டா நிலை ஹைடிரோகார்பன் போன்றவை கான்டிடா டிராப்பிக்காலிஸ் (*Candida tropicalis*) என்னும் பூஞ்சைகளால் அழிக்கப்படுகின்றன. உயிரியவினைக்கலன்களில் பூஞ்சைகள்மூலம் ஸ்டைரீன் மட்டுமின்றி, டொலுயீன், சைலீன், α – மீத்தைல்ஸ்டைரீன் மற்றும் புரோப்பீன் (propene) போன்றவைகளையும் அழிக்கமுடியும் என்பது நீரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. பீங்கான் தொழிற்சாலைகளில் இருந்து வெளியேறும் எத்தனால் மற்றும் ஐசோபுரோப்பைல் ஆல்கஹால் போன்றவற்றில் 90% உயிரியவினைக்கலன்களால் அகற்றப்படுகிறது. மணிக்கு 30,000 க. மீ என்ற அளவில் வெளியேறும் 230 ppm அடர்த்தி கொண்ட ஆல்கஹால்களை 200 க.மீ கொள்ளளவு உடைய உயிரியவடிகட்டிகள் மூலம் சுலபமாக அகற்றலாம்.

வேதிய நச்சுக்களால் பாதிக்கப்படும் நிலப்பகுதிகள் உயிரியத்தீர்வாக்கம் மூலம் சுத்திகரிக்கப்படுகிறது. மண்ணில் இருந்து கசிந்து படிப்படியாக நீரகங்களில் கலந்து, மனிதர்களுக்கு ஆபத்தை விளைவிக்கக்கூடிய மாசுபடுத்திகளை பௌதீக முறையில் அகற்றுதலுக்கும் அழித்தலுக்கும் உயிரியத்தீர்வாக்கம் சிறந்த மாற்றுத் தொழில்நுட்பமாக அமைகிறது. மாசுபடுத்திகளைச் சேகரித்து மற்றொரு இடத்தில் சாம்பலாக்குதலுக்கு ஆகும் செலவைவிட உயிரியமுறையில் சிதைத்தலுக்கு, 10 மடங்கு குறைவாகவே செலவாகும்.

கனிம எண்ணெய்ப் பொருட்கள் உள்ளிட்ட கரிம மாசுபடுத்திகள்:-

புதைபடிவ எரிபொருட்கள் மற்றும் அவற்றின் துணைப்பொருட்கள் மேலும் குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட பொருட்கள் போன்றவை நீர் மற்றும் நிலம் இரண்டையும் பாதிக்கின்றன.

(அ) நிலப்பகுதிகளில் உயிரியத் தீர்வாக்கம்:-

மண்ணில் வாழும் நுண்ணுயிரிகள் மாசடைந்த நிலங்களில் உள்ள பென்ஸீன், டொலுயீன், எதில்பென்ஸீன் மற்றும் ஸைலீன்கள் போன்றவற்றை அழிக்கின்றன. நிலத்தடிக்கழிவுநீர்த்தேக்கத் தொட்டிகளில் இருந்து கசிந்து வெளியேறும் கழிவுநீரானது மண்ணையும் நிலத்தையும் மாசுபடுத்துகின்றது. கழிவுநீரிலுள்ள ஹைடிரோகார்பன்கள் குடிநீர்த்தேக்கங்களில் கலந்து மனிதர்களுக்குத் தீங்கு விளைவிக்கின்றன. உயிரியத்தீர்வாக்கம் மூலமாக மண்ணையும் நிலத்தடிநீரையும் சுத்தப்படுத்தலாம். எரிவாயுக்கள், டீசல், உராய்வுத்தடுப்பு எண்ணெய் போன்றவற்றால் மாசுற்ற மண்ணையும் நீரையும் நுண்ணுயிர்கள் மூலம் சுத்திகரிக்கலாம். நீரில் காற்றைச் செலுத்தி (air sparging) மாசுற்ற நீரை பூமியின் மேற்பரப்பில் இறைத்து, பிறகு மீண்டும் உட்செலுத்துவதன் (bioventing) வழியாகவும் மாசடைந்த மண் மற்றும் நீருக்கு ஆக்ஸிஜன் அளிக்கப்படுகிறது. இதனால் நுண்ணுயிர்கள் மாசுபடுத்திகளைச் சுலபமாகச் சிதைக்கின்றன.

மரபியல் தொழில்நுட்பமாற்றம் செய்யப்பட்ட சூடொமோனாஸ் ஃப்ளூரஸ்சென்ஸ் என்னும் பாக்டீரியாவின் HK44 என்னும் உட்பிரிவினத்தைச் (strain) சேர்ந்த பாக்டீரியாக்கள் நாஃப்தலீன் மாசுற்ற நிலத்தைச் சுத்திகரிக்கின்றன. இதில் தரையில் புதைக்கப்பட்டுள்ள லைசிமீட்டர் (lysimeter) என்னும் கலனழிவுமானிகள் பயன்படுகின்றன. ஒவ்வொரு லைசிமீட்டரும் 8 அடி குறுக்களவும் 10 அடி ஆழமும் கொண்டது. இவை ஒரு மாதிரிமையத்தைச்சுற்றி அமைக்கப்பட்டுள்ளன. லெசிமீட்டரில் மாசுற்றமண்ணும் சூடோமோனாஸ் பாக்டீரியாவும் இடப்படுகின்றன. பாக்டீரியாக்கள் மண்ணில் உள்ள நாப்தலீனைச் சிதைக்கின்றன.

(ஆ) நீர்ப்பகுதிகளில் உயிரியத் தீர்வாக்கம்:-

மாசுபடுத்திகள் பெரும்பாலும் சிக்கலான வேதிப்பொருட்களின் கலவையாகும். எடுத்துக்காட்டாகக் கச்சா எண்ணெயில் ஆயிரக்கணக்கான

ஹைடிரோகார்பன்களும் சுத்திகரிக்கப்பட்ட எண்ணெயில் நூற்றுக்கணக்கான ஆக்கக்கூறுகளும் உள்ளன.

பெருங்கடற்பகுதிகளில் சிந்தும் எண்ணெய்ப்பொருட்களால் உயிரியப் பன்மயத்திற்கும் மனித நலத்திற்கும் பெரும் ஆபத்து ஏற்படுகிறது. 1967ம் ஆண்டுமுதல் உலகம் முழுவதும் ஏற்பட்ட கப்பல் விபத்துக்களால் கடல்நீரில் எண்ணெய் பரவி ஆயிரக்கணக்கான மீன்கள், பறவைகள், கடல் நாய்கள் போன்றவை இறந்து விட்டன.

கடலில் பரவியுள்ள எண்ணெயை நீக்கச் சிறந்த வழி உயிரியத்தீர்வாக்கம் ஆகும். இம்முறையில் மேற்பரப்புத்திறச்செயல் நுண்ணுயிர்கள் (microbial surfactant) எண்ணெய்ப் பரப்பின்மீது தெளிக்கப்படுகிறது. நுண்ணுயிர்கள் எண்ணெயுடன் கலந்து அதனைப் பால்மமாக்கி (emulsification) கடல்பரப்பின்மீது தீமையற்ற மிகமெல்லிய ஏடாகப் பரவச் செய்கின்றன. பின்னர் இந்த ஏடானது படிப்படியாக மறைந்து விடுகின்றது. புரொபசர் ஆனந்தா. M. சக்கரவர்த்தி என்னும் ஹைடிரோகார்பன் தொழில்நுட்பவியலாளர் சூடோமோனாஸ் என்னும் சிற்றினத்தைப் பயன்படுத்தி மறுகூட்டிணவு டி.என்.ஏ தொழில் நுட்பம் மூலம் எண்ணெய் சிதைக்கும் புதுவகை பாக்டீரியாவைக் கண்டுபிடித்துள்ளார்.

2. கனஉலோக மாசுற்ற இடங்கள்:-

கரிம சேர்மங்கள் மட்டுமின்றி கனஉலோகங்கள் மற்றும் கதிரியக்க வகைக்கருக்கள் (radionuclides) போன்றவற்றை சுத்திகரிக்கவும் உயிரியத்தீர்வாக்க முறைகளைப் பயன்படுத்தலாம். பாசிகள், பாக்டீரியா மற்றும் பூஞ்சைகள் மற்றும் உயர்தாவரங்கள் போன்றவை இம்மாசுபடுத்திகளை உள்ளிழுத்துக்கொள்ளும் திறன் பெற்றிருக்கின்றன. உட்சென்றபிறகு இம்மாசுபடுத்திகள் மேற்குறிப்பிட்ட உயிரிகளின் உடலில் தேங்குகின்றன அல்லது அவற்றால் தன்மயமாக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஜூக்ளியா ராமிஜிரா (Zooglea ramigera) தம் உடலின் 1gm உலர்எடையில் 300 மி.கி. தாமிரத்தையும் 100 மி.கி. காட்மியத்தையும் உறிஞ்சுகிறது. சூடோமோனாஸ் பியூட்டிடா (Pseudomonos *putida*), ஆர்த்ரோபேக்டர் விஸ்கஸ் (Arthrobactor viscous) மற்றும் சிட்ரோபேக்டர் (Citrobacter) போன்ற பாக்டீரியாக்கள் தொழிற்சாலைக்கழிவுகளில் உள்ள பல நச்சுத்தன்மையுள்ள வேதிப்பொருள்களை அகற்றுகின்றன. ரைசோபஸ் (Rhizopus) மற்றும் பெனிசில்லின் போன்ற பூஞ்சைகள் ரேடியத்தைத் தேக்குகின்றன. சக்காரோமைசஸ் (Saccharomyces) என்னும் ஈஸ்ட் யுரேனியத்தைத் தேக்குகிறது. தயோபேசில்லஸ் தயோஆக்ஸிடன்ஸ்

(Thiobacillus *thiooxidans*) என்னும் பாக்டீரியா துத்தநாகம், கோபால்ட் மற்றும் நிக்கெல் போன்றவற்றை சல்பைடு பாறைகளில் இருந்து உயிரியக்கரைத்தல் (Bioleaching) மூலம் பிரித்தெடுக்கின்றன. டிரைக்கோடெர்மா (Trichoderma), ஆஸ்பெர்ஜில்லஸ் (Aspergillus), ஆரியோபேசிடியம் (Aureobasidium) போன்ற பூஞ்சைகள் கனஉலோகங்களை உறிஞ்சிக் கொள்ளும் திறன் பெற்றிருப்பதால் தொழிற்சாலைக் கழிவுகளின் நச்சுநீக்கத்தில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன.

பசுந்தாவரங்களும் மாசடைந்த மண் மற்றும் நிலத்தடி நீரிலிருந்து கன உலோகங்களை அகற்றுகின்றன. ப்ராஸ்ஸிக்கா ஜன்சியா (Brassica juncea) வின் உள்இனம் மாசடைந்த மண்ணில் வளரும்போது குரோமியம் போன்ற கன உலோகங்களைத் உறிஞ்சுகின்றன. இவ்வாறு சேர்ந்த கனஉலோகங்களைச் சேகரித்து மீள்சுழற்சி செய்து பயன்படுத்தலாம். தேவையில்லையெனில் அழித்துவிடலாம். இவ்வாறு நச்சுப்பொருட்களை தாவரங்களைப் பயன்படுத்தி அகற்றுதல் தாவரத்தீர்வாக்கம் அல்லது புதல் சீராக்கம் (அ) தாவரச்சீராக்கம் (phytoremediation) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

உயிரியத்தீர்வாக்கத்தின் பயன்கள்:-

1. கனிமஎண்ணெய்வேதிப்பொருட்களுக்கு (Petrochemicals) மாற்று:-

கனிமஎண்ணெய்வேதிப்பொருட்களுக்கு மாற்றுப் பொருட்களை உற்பத்திசெய்யும் நுண்ணுயிர்களைத்தேடும் ஆராய்ச்சி நடந்துவருகிறது. இதில் வாகன எரிபொருளாக ஹைடிரஜன் வாயுவைப் பயன்படுத்த நடைபெறும் உயிர்த்தொழில்நுட்பவியல் ஆராய்ச்சிகள் குறிப்பிடத்தக்கவை. கரியமில வாயுவை உமிழ்ந்து சுற்றுச்சூழல் மாசு ஏற்படுத்ததாத எரிபொருளை உற்பத்தி செய்யப் பாசிகளைப் பயன்படுத்துவது குறித்தும் ஆராயப்பட்டு வருகிறது.

2. உலகவெப்பமயமாதல் மாறுதல் (Reversal of global warming):-

மாசுஏற்படுத்தாத ஹைடிரஜன் மற்றும் பிற மாற்று எரிபொருட்களைத் தேடுதல் மட்டுமின்றி ஏற்கனவே சுற்றுச்சூழலில் கலந்துவிட்ட கரியமில வாயுவை நீக்க உயிரியத்தீர்வாக்க முறைகளை உருவாக்குவதற்கான முயற்சிகளும் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. சுற்றுச்சூழலில் இருக்கும் அதிகப்படியான கரியமிலவாயுக்களைப் பல்வேறு கரிமச்சேர்மங்களாக மாற்ற நுண்ணுயிர்களால் இயலும். இதில் மறுசேர்க்கை டி.என்.ஏ தொழில் நுட்பத்தைப்பயன்படுத்திப் புதிய உள்பிரிவினங்களை (strain) உருவாக்குதல் பயன்தரும்.

ஜப்பானிய ஆராய்ச்சியாளர்கள் கரியமில வாயுவை பாலிசாக்கரைடுகளாக மாற்றக்கூடிய குளோரோகாக்கம் லிட்டோரேல் (*Chlorococcum littorale*) என்னும் பாசியையும் கோழைத்திரவ பாலிசாக்கரைடை உருவாக்கக்கூடிய பிராசினோகாக்கஸ் கேப்சுலேட்டஸ் (Prasinococcus *capsulatus*) என்னும் பாசியையும் கண்டுபிடித்துள்ளனர். பிராசினோகாக்கஸ் கேப்சுலேட்டஸானது கரியமிலவாயு நீக்கும் பண்பிற்காகவும் பாலிசாக்கரைடின் வணிகரீதியான பயன்பாட்டிற்காகவும் அதிகம் ஆராயப்பட்டு வருகிறது.

கடல் வாழ் ஒரு செல் உயிரிகளான ஃபொராமினிஃபெரன்கள் கரியமிலவாயுவில் இருந்து கார்பனைப் பிரித்து கால்ஷியம் கார்பனேட்டாக மாற்றுகின்றன.

3. உயிரிய வழிச்சிதைவுறும் பிளாஸ்டிக்:-

நுண்ணுயிர்கள் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட பாலிஹைடிராக்ஸிபியூட்டைரேட்டிலிருந்து (polyhydroxybutyrate) லிருந்து ஏற்கனவே பிளாஸ்டிக் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. இதுபோன்ற உயிரியவழிச்சிதைவுறும் பாலிமர்களை நுண்ணுயிர்கள் மூலம் திடக்கழிவுகளில் இருந்து தயாரிக்க உலகெங்கும் ஆராய்ச்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. 3–,4–ஹைடிராக்ஸிபியூட்டைரேட்டின் இணை பாலியெஸ்டரை உருவாக்கும் அல்காலிஜீன்ஸ் யூட்ரோஃபஸ் (Alcaligenes *eutrophus*) என்னும் பாக்டீரியா உள்இனத்தைக் கண்டறிந்துள்ளனர். இந்த பாக்டீரியத்தினை 1–4 பியூட்டனேடியால் அல்லது γ–பியூட்டைரோலாக்டோனில் வளர்க்கும்போது தன் உயிர்த்திரளில் 80 சதவீதத்தினை இந்த பாலிமர்களாக உற்பத்தி செய்கின்றன.

4. உயிரியக் கந்தக நீக்கம் (Biodesulphurisation):-

தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேறும் வாயுக்களில் உள்ள கனிமக்கந்தகத்தை பிரிக்கும் நுண்ணுயிர்களை ஜப்பானியர்கள் கண்டுபிடித்துள்ளனர். இரும்பு மற்றும் கந்தகத்தை ஆக்ஸிகரணம் செய்யும் பாக்டீரியாவான தயோபேசில்லஸ் ஃபெர்ரோஆக்ஸிடன்ஸ் (Thiobacillus *ferrooxidans*) உயிரிவினை உலைக்கலனில் (Bioreactor) pH 2 – 3ல் வளர்க்கப்படுகிறது. இவற்றின் மூலம் தொழிற்சாலைப் புகையில் 400 முதல் 2000 ppm வரை இருந்த ஹைடிரஜன் சல்பைடுகள் 10 ppm க்கும் கீழ் குறைக்கப்படுகிறது. 99% சதவீத ஹைடிரஜன் சல்பைடு காற்றில் கலப்பது தடுக்கப்படுகிறது.

மற்றொரு பாக்டீரியாவான ரோடோகாக்கஸ் (Rhodococcus) புதைவடிவ எரிபொருட்களில் உள்ள டைபென்ஸோதயோஃபீன்களையும் (Dibenzothiophenes) பிற கரிம – கந்தகச் சேர்மங்களையும் சிதைக்கின்றன. உயிரியக் கந்தகநீக்கம் மூலம் கந்தக டை ஆக்ஸைடை வெளியிடாத சுத்தமான எரிபொருள் உருவாக்கப்படுகிறது.

5. பாலைவனமாக்கல் நிறுத்தப்பட்டு மீண்டும் பழையநிலையை அடைதல் (Reversal of desert formation):-

தற்போது 4.5 மில்லியன் சதுர கி. மீ. பரப்பளவில் உள்ள மண் (பூமியின் மொத்த நிலப்பரப்பில் 35%) தன் நீரை இழப்பதன் காரணமாக பாலைவனமாகும் அபாயத்தில் உள்ளது. பாலைவனமாதலை மாற்றி மீண்டும் பழைய நிலையை அடைய உதவும் நுண்ணுயிர்களை உருவாக்கும் முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. நுண்ணுயிர்களை உருவாக்கும் உயிரிய பாலிமர்கள் (biopolymers) நீரைத் தக்கவைத்துக்கொள்வதால் பெரிய நிலப்பரப்புகளில் இருந்து நீர் இழப்பது தடுக்கப்படுகிறது. இதனால் பாலைவனமாக்கல் செயல்பாடுகள் தலைகீழாக மாறி நிலப்பரப்பு மீண்டும் பழைய நிலையை அடைகின்றது. அல்காலிஜீன்ஸ் லேட்டஸ் (Alcaligenes latus) என்னும் பாக்டீரியா தன் எடையைப் போல ஆயிரம் மடங்கு நீரைத்தக்கவைக்கக் கூடிய பாலிசாக்கரைடை உருவாக்குகிறது.

எதிர்கால வாய்ப்புகள்:-

மாசடைந்த சுற்றுச்சூழல்களைச் சீராக்குவதில் உயிரியத் தீர்வாக்கத்திற்கு எதிர்காலத்தில் சிறந்த வாய்ப்புகள் உள்ளன. மனித முயற்சியுடன் ஒப்பிடுகையில் மாசுபாடு ஏற்பட்டுள்ள அதே இடத்தில் செய்யப்படும் உயிரியத்தீர்வாக்கம் (in situ bioremediation) செலவு குறைந்தது மற்றும் சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகள் அற்றது. எனினும் உயிரியத்தீர்வாக்கத்தை மேற்கொள்ள அறிவியல் ரீதியாகவும் அரசியல் ரீதியாகவும் கருத்து மாறுபாடுகள் உள்ள பிரச்சினையான மரபியல் மாற்றம் செய்யப்பட்ட நுண்ணுயிர்களைச் சுற்றுச்சூழலில் விடுவதற்கு R & D மற்றும் அரசாங்க அனுமதி தேவை. பல உலக நாடுகள் நுண்ணுயிர்களை வேண்டுமென்றே அல்லது தெரிந்தே சுற்றுச்சூழலில் விடத் தடை விதித்துள்ளன. எனினும் அவற்றை உயிரிவினைக்கலனில் பயன்படுத்தக்கூடிய சாத்தியக்கூறுகள் உள்ளன. மேலும் கடற்கரையில் ஒதுங்கியுள்ள எண்ணெயை அகற்ற அங்கு இயற்கையாக வாழும் நுண்ணுயிர்களுக்கு உணவூட்டமும் காற்றும் அளித்தல் போன்ற எளிய சுற்றுச்சூழல் மாறுபாடுகள் மூலம் உயிரியத்தீர்வாக்கத்தினை வெற்றிகரமாக செயல்படுத்திப் பயனடையலாம். புது உயிரியத்தொழில்நுட்பங்கள் மூலம் மாசடைந்த மண் மற்றும்

நீரைச் சுத்திகரித்து மீண்டும் பயன்படுத்தலாம். மேலும் புதைவடிவ எரிபொருளுக்குப் பதிலாக சுற்றுச்சூழல் மாசுபாட்டைத் தடுக்க நுண்ணுயிரிகள் உற்பத்தி செய்யும் ஹைடிரஜன் வாயுவைப் பயன்படுத்துதல் உயிரியத்தீர்வாக்கத்தின் மிக முக்கியமான பயன்பாடாகும். இதன் மூலம் கனிமஎண்ணெய் வேதிகள் மற்றும் வாகனத் தொழிற்சாலைகள் மட்டுமின்றி உலகப் பொருளாதார நிலையிலும் ஒரு புரட்சி ஏற்படலாம்.

மழைநீர் சேகரிப்பு

(Rain water harvesting)

மழைநீர் சேகரிப்புத் திட்டத்தில் குழாய்கள் (pipes) அல்லது வடிநீர்க்குழாய்கள் (drains) மூலம் மழைநீரை எடுத்துச்செல்லுதல் (transport), வடிகட்டுதல் (filteration) மற்றும் மறுஊட்டம் அல்லது மறுஊறலுக் (recharges) காகவும், மறுபயன் பாட்டிற்காகவும் (reuse) நீர்த்தொட்டிகளில் (water tanks) சேமித்துவைத்தல் போன்ற படிநிலைகள் உள்ளன. மழைநீர் சேமிப்புத் திட்டத்தில் உள்ள பொதுவான ஆக்கக்கூறுகள் பின்வறுமாறு.

1. நீர்ப்பிடிப்பு (Catchments):-

மழை நீரை நேரடியாகப் பெறும் பரப்புகள் நீர்பிடிப்புப் பரப்புகள் எனப்படும். இங்கிருந்துதான் மழைநீர் சேகரிக்கும் அமைப்புகளுக்கு மழைநீர் அனுப்பப்படுகிறது. இது வீடுகளின் மொட்டை மாடியாகவோ அல்லது கட்டங்களின் முற்றங்களாகவோ (courtyard) அல்லது புல்வெளிகள் போன்ற திறந்த வெளிநிலப்பரப்பாகவோ (lawn or open ground) இருக்கலாம். வலுவேற்றிய கற்காரை (reinforced cement concrete), துத்தநாகம் பூசிய இரும்பு (galvanised iron) அல்லது நெளிவுத் தகடுகள் (corrugated sheet) போன்றவற்றையும் மழைநீர் சேகரிக்கப் பயன்படுத்தலாம்.

2. பெருவலைக்கண் கம்பிவலைகள் (Coarse mesh):-

இது நீர்ப்பிடிப்புட் பரப்பில் இருந்து தண்ணீர் வரும்போது நீருடன் வரும் குப்பைகளைத் தடுக்கப் பயன்படுகிறது.

3. நீர்ப்பிடிப்புப் கால்வாய்கள் (Gutters):-

சாய்வான கூரைகளின் (sloping roof) ஓரங்களில் அமைக்கப்படும் கால்வாய்கள் மழைநீரைச் சேகரிக்கவும் சேமிக்கும் தொட்டிகளுக்கு அனுப்பவும் பயன்படுகின்றன. இக்கால்வாய்கள் அரைவட்டமாகவோ அல்லது செவ்வகமாகவோ இருக்கலாம். இதனைக் கீழ்க்கண்ட பொருட்களைக் கொண்டு தயார் செய்யலாம். 20–22 கேஜ் (gauge) அளவுள்ள கால்வனைஸ்டு இரும்புத் தகடுகளை

தேவையான வடிவத்திற்கு மடித்துத் தயாரிக்கலாம். பாலிவினைல்குளோரைடு (PVC) குழாய்களைச் சம அளவுள்ள இரண்டு அரைவட்டக் குழாய்களாக வெட்டி அரைவட்டக்கால்வாயாகத் தயாரிக்கலாம். மூங்கில் அல்லது பாக்குமரங்களை நீளவாக்கில் இரண்டாக வெட்டியும் கால்வாயாகப் பயன்படுத்தலாம்.

இக்கால்வாய்களின் அளவினை அப்பகுதியின் அதிகபட்ச மழை அளவினைக் கருத்தில் கொண்டு அதற்கேற்றபடி தயாரிப்பது அவசியம். பொதுவாக இக்கால்வாய்களின் அளவு அதிகபட்ச மழை அளவைவிட 10 முதல் 15% அதிகமாக இருக்கும்படி தயாரிக்க அறிவுறுத்தப்படுகிறது.

நீர்ப்பிடிப்புக் கால்வாய்களுள் மழைநீர் பாயும் போது அவை தொங்கிவிடாமலும் விழுந்துவிடாமலும் இருக்க அவற்றைத் தாங்கியுடன் (support) இணைக்க வேண்டும். நீர்பிடிப்புக் கால்வாய்கள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் விதம் கட்டடத்தின் கட்டுமானத்தைப் பொருத்தது. இரும்பு அல்லது மர துருத்தித் தாங்கிகள் (bracket) மூலம் இவற்றைக்கட்டிடத்துடன் இணைக்கலாம். ஆனால் அகலமான இறவானம் (eaves) கொண்ட கட்டடங்களுக்கு கை மரத்துடன் (rafter) இணைக்கும் இணைப்பு முறைகள் அவசியம் தேவை.

4. நீர்செல் குழாய் (Conduits):-

இவை நீர்ப்பிடிப்புப் பரப்பு அல்லது மேற்கூரைகளில் இருந்து மழைநீரைச் சேமித்துவைக்கும் இடத்திற்கு நீரை எடுத்துச்செல்லும் குழாய் வழிகள் (pipelines) ஆகும். இவற்றை பாலிவினைல் குளோரைடு அல்லது துத்தநாகம் பூசிய இரும்பு போன்ற சாதாரணமாகக் கிடைக்கும் பொருட்களால் அமைக்கலாம்.

5. முதல் வெளியிறக்கம் (First Flushing):-

முதல் வெளியிறக்கக் கருவியானது முதலில் ஒடிவரும் மழைநீரை மழைநீர்ச் சேகரிப்பு அமைப்பினுள் அனுமதிக்காமல் வெளியேற்றிவிடும் வால்வாகும். முதல் மழையானது காற்றிலிருந்தும் நீர்பிடிப்புப் பகுதியில் இருந்தும் ஏராளமான மாசுபடுத்திகளைத் தன்னுடன் கொண்டுவரும் என்பதால் இவ்வாறு செய்ய வேண்டியது அவசியமாகிறது.

6. வடிகட்டி (Filter):-

கூரைகளின் மேற்புறத்தில் இருந்து சேகரிக்கப்படும் நீரில் காணப்படும் தொங்கு பொருட்களை அகற்ற வடிகட்டிகள் பயன்படுகின்றன. வடிகட்டியில் நார், பெருமணல், சரளைக்கல் அடுக்குகள் போன்றவை வடிப்பு ஊடகங்களாகச் (filter media) செயல்படுகின்றன. இவை குப்பைகள் மற்றும் அழுக்குகளை நீரிலிருந்து வடிகட்டிய பிறகு சேமிக்கும் தொட்டிகளுக்கோ அல்லது மறு ஊறல் தொட்டிகளுக்கோ நீரை அனுப்புகின்றன. தேவைப்பட்டால் வடிப்பு ஊடகங்களுடன் நிலக்கரியையும் சேர்க்கலாம்.

கரிவடிகட்டிகள் (Charcoal filter):-

ஒரு பீப்பாய் அல்லது மண்பானையில் சரளைக்கல், மணல் மற்றும் கரி போன்ற சுலபமாகக் கிடைக்கும் பொருட்களைப் நிரப்பி எளிமையான வடிக்கட்டிகளைத் தயாரிக்கலாம்.

மணல் வடிகட்டிகள்:-

வடிப்பு ஊடகங்களாக மணலைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்படும் மணல் வடிகட்டிகள் எளிதாக் கிடைக்கின்றன. மணல் வடிகட்டிகளைச் செலவில்லாமலும் சுலபமாகவும் தயாரிக்கலாம். ஒரு பீப்பாயின் அடியில் சரளைக்கற்கள் மற்றும் கற்பாறைத்துண்டுகளை 5–25 செ.மீ வரை நிரப்பி, பிறகு அதன் மேல் 5–10 செ.மீ வரை சரளைக்கற்களை நிரப்பிக் கடைசியாகப் பெருமணலை நிரப்பி எளிமையான மணல் வடிகட்டிகளை வீட்டிலேயே தயாரிக்கலாம்.

தேவாஸ் வடிகட்டி:-

இது மத்திய பிரதேசத்திலுள்ள தேவாஸ் (Dewas) என்னும் ஊரின் மாவட்ட ஆட்சியாளர் மோகன்ராவ் என்பவரால் வடிவமைக்கப்பட்டது. இதில் 140 மி.மீ நீளமும் குறுக்களவும் 1.2 மீ நீளமும் உடைய PVC குழாய் மூன்று அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. தூய்மைப்படுத்தும் அறையான (Purification chamber) முதலாவது அறையில் 2 மி. மீ. முதல் 6 மி.மீ அளவுடைய கூழாங்கற்களும், இரண்டாவது அறையில் 6 முதல் 12 மி.மீ அளவுடைய ஓரளவுக்குப் பெரிய கூழாங்கற்களும் மூன்றாவது அறையில் 12–20 மி. மீ அளவுடைய கூழாங்கற்களும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. நீர் வெளியேறும் இடத்தில் வலைப்பின்னல் (mesh) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மூன்று அறைகளின் வழியாகப் பாய்ந்து வரும் நீர் கடைசியாக வலைப்பின்னல் வழியாக வெளியேறுகிறது.

வாங்குதொட்டிகள் (Sump):-

வடிகட்டப்பட்ட நீரானது தொட்டிகளில் இருந்து சேமித்து வைப்பதற்காக வாங்கு தொட்டிகளுக்கு அனுப்பப்படுகிறது.

சேமிப்புத் தொட்டிகள்:-

இவை உருளை, செவ்வகம் மற்றும் சதுரம் போன்ற வடிவங்களில் கிடைக்கின்றன. இவற்றை கான்க்கிரிட், வலைக்காரை (ferrocement) பாலிஎத்திலீன் அல்லது உலோகத்தகடுகள் போன்றவற்றால் தயாரிக்கலாம். அமைக்கும் இடத்தைப் பொருத்து இவற்றைத் தரைக்கு மேலாகவும், பாதியளவு தரைக்குமேலாகவும் மீதி தரைக்கு அடியிலும் அல்லது முற்றிலும் தரைக்கடியிலும் பதிக்கலாம்.

மறுஊட்டம் அல்லது மறு ஊறல் (Recharge):-

மழைநீரை மீண்டும் நிலத்தடி நீரகங்களுக்குச் (Aquifers) செலுத்தி மறுஊட்டம் செய்ய குழாய்க்கிணறுகள் (borewells), மறுஊட்டத் தரையகழிகள் (Recharge trenches), மறுஊட்டக் குழிகள் (Recharge pits) மற்றும் கிணறுகள் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். பல்வேறு மறுஊட்ட அமைப்புகள் உள்ளன. சிலவகை அமைப்புகளில் மண்ணின் அடுக்குகள் வழியாக நீர் ஊடுருவிச் குறைந்த ஆழம்வரை செல்கிறது. (எ.கா.) மறுஊட்டத் தரையகழிகள். பிற அமைப்புகள் அதிக ஆழம் வரைச் சென்று நிலத்தடி நீருடன் சேருகின்றன. (எ.கா) மறுஊட்டக் கிணறுகள். பல இடங்களில் தற்போது உள்ள கிணறுகள், குழிகள் மற்றும் குளங்கள் போன்றவற்றை புதிய கட்டுமானங்கள் எதுவும் செய்யாமல் மறுஊட்ட அமைப்புகளாக மாற்றிப் பயன்படுத்திக்கொள்ளலாம்.

மறுஊட்ட முறைகள்:-

1. குடைந்த கிணறுகள் (dugwells) மற்றும் கைவிடப்பட்ட குழற்கிணறுகளை மறுஊட்டம் செய்தல்:-

வண்டல் மண்பரப்புகள் மற்றும் கரும்பாறைப்பகுதிகளில் உள்ள கிணறுகள் காய்ந்து போய்விட்ட காரணத்தாலும் அல்லது நீரின் அளவு மிக மோசமான அளவுக்குக் குறைந்து விட்டதாலும் ஆயிரக்கணக்கான கிணறுகள் பயனற்ற நிலையில் கைவிடப்பட்டுள்ளன. கூரைகளில் பெய்யும் மழைநீரை வடிகால்குழாய்கள் (drainpipes) மூலம் வடிகட்டும் தொட்டிக்குத் திருப்பிவிட்டு அங்கிருந்து

கைவிடப்பட்ட கிணறுகளுக்கு நீரைச் செலுத்தி அக்கிணறுகளை மறுஊட்டம் செய்யலாம்.

குழற்கிணறுகளை மறுஊட்டம் செய்யும்போது பயன்படுத்தும் உறைகுழாய்கள் (Casings) துளைகளைக் கொண்டதாக இருக்க வேண்டும். இதனால் நீர் கசிவதற்கு அதிக பரப்பு கிடைக்கும். குழாய்க்கிணறுகளை உருத்துலக்குதல் (developing) மூலம் மறுஊட்டத்திறனை அதிகரிக்கலாம். உருத்துலக்குதல் என்பது நீர் அல்லது காற்றை அழுத்தத்துடன் கிணற்றுக்குள் செலுத்தி குழாய்க்கிணற்றைச் சுற்றியுள்ள மண் அடுக்குகளைத் தளர்த்தி மண்ணின் பொசிவாற்றலை அதிகரிப்பதாகும்.

குடைந்து உருவாக்கிய கிணறுகளை மறுஊட்டம் செய்யும் போது கிணற்று உறைகளில் சீரான இடைவெளிகளில் கசிவுத்துளைகளை (weep holes) அமைத்துக் கிணற்றின் பக்கங்களில் இருந்து நீர் கசிந்து ஒழுக வழி ஏற்படுத்த வேண்டும். இக்கிணறுகளை கொசு உற்பத்தி மற்றும் இலைதழை போன்ற குப்பைகள் விழாமல் தடுத்து மூடியிட்டுப் பாதுகாக்க வேண்டும். மறுஊட்டக்கிணறுகளை ஒவ்வொரு ஆண்டும் தூர்வாரி நீர் உள்ளிழுக்கும் திறனை அதிகரிக்க வேண்டும்.

கீழ்க்கண்ட பொருட்களை மறுஊட்டக்கிணறுகளில் பொருத்துவதால் கிணற்றுக்குள் நுழையும் நீரின் தரத்தினைப் பாதுகாக்கலாம்.

1. வடிகட்டி வலைகள் (Filter mesh):-

கூரையிலிருந்து நீர் வெளியேறும் வழியின் தொடக்கத்தில் பொருத்துவதால் குப்பைகள் போன்றவை வடிகட்டப்படுகின்றன.

2. படிவுக் குளங்கள் (Settlement tank):-

படிவுக் குளங்கள் மழைநீரில் உள்ள வண்டல்கள் மற்றும் மிதக்கும் அசுத்தப்பொருட்களை அகற்றப் பயன்படுகிறது. இப்படிவுக்குளங்கள் நீர் உட்செல்லவும் வெளிச்செல்லவும், நிரம்பியபின் அதிகப்படியானநீர் வழிந்தோடவும் வழிகள் கொண்ட சாதாரண சேமிப்புக்குளங்கள் போன்றவையாகும். படிவுக்குளத்தில் சேகரித்துவைக்கப்பட்டுள்ள நீர் மண்ணுக்குள் கசிந்து செல்ல வசதியாக குளத்தின் அடிப்புறத்தை அமைக்கவேண்டும். போதுமான அளவு கொள்ளளவு உடைய, தரைக்கடியில் உள்ள தொட்டிகள், பயன்படுத்தாத பழைய தொட்டிகள், வலைக்காரைத் தொட்டிகள் போன்ற எந்த வகைத் தொட்டியையும் இதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

ஊடுகசிவுக்குழிகள் (Percolation pit):-

இது மழைநீரைச் சேகரிக்கப்பயன்படும் சுலபமான வழிகளில் ஒன்றாகும். 60 x 60 x 60 செ. மீ அளவுடைய இக்குழிகள் கூழாங்கற்கள், செங்கல் ஜல்லிகள் மற்றும் ஆற்று மணல் போன்றவற்றால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். தேவைப்படும் இடங்களில் துளைகளுள்ள கான்க்கிரீட் பலகைகளால் மூடப்பட்டிருக்கும்.

மறுஊட்டத் தரையகழிகள் (Recharges trenches):-

இது தரையில் தோண்டப்பட்ட நீண்ட பள்ளங்கள் ஆகும். இது கூழாங்கற்கள், கருங்கல் துண்டுகள் அல்லது உடைக்கப்பட்டச் செங்கற்கள் போன்றவற்றால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். ஒரு மறுஊட்டத்தரையகழியானது 0.5 மீட்டர் முதல் 1 மீட்டர் அகலமும் 1 மீ முதல் 1.5 மீ ஆழமும் உடையது. இதனை அடிக்கடி சுத்தம் செய்து பராமரிக்க வேண்டும்.

மறுஊட்டல் நீளப்பள்ளம் (Recharge trough):-

பொதுவாக குடியிருப்புகள் அல்லது நிறுவனங்களின் வாசலில் இவற்றை அமைக்கலாம். மறுஊட்டல் தரையகழியைப் போன்ற இதில் வடிகட்டும் பொருட்கள் இருப்பதில்லை. இதன் துளைக்குழிகளை அவ்வப்போது துரப்பணம் செய்தால் (drill) வேகமாக மறுஊட்டம் நடைபெற ஏதுவாகும்.

திருத்தியமைக்கப்பட்ட உட்புகட்டல் கிணறு (Injection well):-

இம்முறையில் மழைநீரானது நீரகத்தினுள் விடப்படுவதில்லை. ஆனால் மணல் மற்றும் சரளைக்கற்களால் ஆன வடிகட்டும் படுகையின் (filter bed) வழியாக நீர் அனுப்பப்படுகிறது. உட்புகட்டல் கிணறுகள் 500 மி.மீ குறுக்களவு கொண்ட துளைக்குழியாகும். இதனை நிலத்தடி நீரின் இயல்பு மட்டத்திற்கு (water table) 2 முதல் 3 மீ கீழ் வரை அமைக்க வேண்டும். இதனுன் 200 மி.மீ குறுக்களவுடைய உறைகுழாயைச் செலுத்த வேண்டும். உறைகுழாய்க்கும் துளைக்குழிகளுக்கும் இடையே உள்ள வட்டமான இடைவெளியில் சரளைக்கற்களால் நிரப்பித் தெளிவான நீர் கிடைக்கும் வரை உருத்துலக்கம் செய்ய வேண்டும். மிதக்கும் திடப் பொருட்கள் கிணற்றுக்குள் செல்வதைத் தடுக்க வடிகட்டிகளை மேற்புறத்தில் அமைக்கலாம்.

அயல் கரிமக் கூறுகளின் உயிரிவழித்திரள்வு

(Bioaccumulation)

கார்போஹைடிரேட், புரதம், கொழுப்பு, வைட்டமின் ஸ்டீராய்டு அல்லது கனிமங்கள் போன்றவைத் தவிர பிற கரிமப் பொருட்கள் அயற்கரிமக்கூறுகள் (Xenobiotics) எனப்படும். அயற்கரிமக் கூறுகள் இயற்கையில் இல்லாத வேதிப்பொருட்கள் ஆகும். இவை மனிதர்களால் உருவாக்கப்பட்ட செயற்கைக் கூட்டுப்பொருட்கள் ஆகும். 1960களில் DDT, DDD மற்றும் மீத்தைல் மெர்க்குரி போன்ற வேதிப்பொருட்கள் மீன்களிலும் வனவிலங்குகளிலும் எஞ்சியிருந்தது கண்டுபிடிக்கப்பட்டபோது இது பொதுமக்களின் கவனத்தை ஈர்த்தது. இப்பொருட்கள் உணவுச்சங்கிலியின் மூலம் சூழ்நிலைகளில் இருந்து உயிரிகளை அடைகிறது. அப்பொருள் உடலில் நுழையும் வேகம் வெளியேறும் வேகத்தைவிட அதிகமாகும் போது அயற்கரிமப் பொருட்கள் உடலில் தேங்குகின்றன.

உயிரிகளின் உடலில் அயற்கரிமப்பொருட்கள் தேங்குதலில் மூன்று நிலைகள் உள்ளன. அவை 1. உயிரியச்செறிவு (Bioconcentration) 2. உயிரியத்திரள்வு (Bioaccumulation), 3. உயிரியப்பெருக்கம் (அ) உயிரிய உருப்பெருக்கம். (Biomagnification) ஆகியனவாகும்.

1. உயிரியச்செறிவு:-

ஒரு உயிரியின் சுற்றுச்சூழலில் உள்ள அயற்கரிம வேதிப்பொருட்களின் செறிவைவிட அவ்வுயிரியின் திசுக்களில் தேங்கியுள்ள வேதிப்பொருட்களின் செறிவு அதிகம் என்றால் அது உயிரியச் செறிவு (Bioconcentration) என்று அழைக்கப்படுகிறது. உயிரியச் செறிவின் அளவானது உயிரியல் செறிவுக் காரணி (Bioconcentration factor - BCF) என்று அளவிடப்படுகிறது. ஓர் உயிரியில் உள்ள ஒரு வேதிப்பொருளின் அடர்த்திக்கும் சுற்றுச்சூழலில் உள்ள அதே வேதிப் பொருளின் அடர்த்திக்கும் உள்ள விகிதமே உயிரியச் செறிவுக்காரணியாகும். எடுத்துக்காட்டாக நீர்நிலைகளின் BCF கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடப்படுகிறது.

$$BCF = \frac{\text{உயிரிகளின் திசுவில் உள்ள வேதிப்பொருட்களின் செறிவு}}{\text{நீரில் உள்ள வேதிப்பொருட்களின் செறிவு}}$$

பொதுவாக மீன்களின் திசுக்களில் தேங்கியிருக்கும் நீர்மாசுபடுத்திகளின் அளவை அறிய BCF பயன்படுகிறது. நிலவாழ்விலங்குகளில் உணவின் மூலம் அயற்கரிமப் பொருட்கள் திசுக்களில் தேங்குகின்றன. உணவின்மூலம் வேதிப்பொருள் சீராக உடலுக்குள் உள்ளேற்கப்படுகிறது என்றால் நிலவாழ்விலங்குகளின் BCF கீழ்கண்டவாறு கணக்கிடப்படுகிறது.

$$BCF = \frac{\text{ஒரு விலங்கின் திசுவில் சேரும் அயற்கரிமப்பொருட்களின் செறிவு}}{\text{உணவில் உள்ள அயற்கரிமப்பொருட்களின் செறிவு}}$$

வேதிப்பொருட்கள் பொதுவாக கொழுப்புத்திசுக்களில் தேங்குகின்றன. குறைந்த கொழுப்பு உடைய விலங்குகளின் உடலில் BCF குறைவாக உள்ளது. மனிதர்களின் வயது ஏறஏற அவர்களின் உடலில் கொழுப்பின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. பெண்களுக்கு 30–36%ம் ஆண்களின் உடலில் 18–28%ம் கொழுப்பு உள்ளது. மனிதர்களின் உடலில் தேங்கியுள்ள அயற்கரிமக் கூறுகளின் அளவைக் கண்டறிய இச்செய்தி பயன்படும்.

(ii) உயிரியத் திரள்வு (அ) உயிரியக்குவியம்:-

அயற்கரிமக்கூறுகள் சுற்றுச்சூழல் ஊடகத்தின் வழியாகவும் உணவின் வழியாகவும் திசுக்களில் சென்று தேங்குதல் உயிரியத் திரள்வு அல்லது உயிரியக் குவியம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஏற்கனவே தம் உடலில் அயற்கரிமக் கூறுகளைக்கொண்ட இரையை உண்ணுவதால் வேட்டையாடி உண்ணும் உயிரியின் உடலில் அயற்கரிமக் கூறுகள் சேருகின்றன. வாக்கர் மற்றும் மோரியாரிட்டி (Walker and Moriarity) ஆகியோர் இரைமூலம் வேட்டையாடி உண்ணும் விலங்கிற்கு அயற்கரிமக்கூறுகள் இடமாற்றம் செய்யப்படுதலை கீழ்க்கண்ட வழிமுறைமூலம் கணக்கிடலாம் என்று பரிந்துரைத்துள்ளனர். ஒரு வேட்டையாடி உண்ணும் விலங்கானது ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளைத் தொடர்ந்து உண்பதாகவும் இரையாகும் உயிரிகள் ஒவ்வொன்றும் தம் உடலில் ஒரே அளவு செறிவுகொண்ட அயற்கரிமக் கூறுகளைக் கொண்டுள்ளதாகவும் வைத்துக்கொண்டால்

$$Q = \frac{f.c}{K_{01}}$$

இதில் Q = அயற்கரிமக்கூறுகளின் செறிவு

F = ஒரு நாளில் உட்கொள்ளப்படும் உணவின் எடை

C = உணவில் உள்ள அயற்கரிமக்கூறுகளின் செறிவு

K_{01}= ஒரு நாளில் வெளியேற்றப்படும் மாற்றமடையாக் கூட்டுப்பொருள் மற்றும் வளர்சிதைமாற்றத்தின் மாறா விகிதம் (Rate of constant).

K_{01} ஆனது வேட்டையாடியுண்ணும் விலங்கின் வளர்சிதைமாற்றத்திறனுடன் தொடர்புடையது. அயற்கரிமக் கூறுகளைச் சிதைப்பதில் முதுகெலும்புள்ள உயிரிகளிடையே குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடுகள் உள்ளன. விலங்குகளின் வளர்சிதை மாற்றத்தின் திறன் மற்றும் வேகத்தைப் பொருத்து அவற்றைக் கீழ்க்கண்டவாறு தரம் பிரிக்கலாம்.

சிறுமுதுகெலும்பிகள் > பெரிய முதுகெலும்பிகள் > அனைத்துண்ணிகள் > தாவர உண்ணிகள் > பறவைகள் > மீன்கள். இவ்வேறுபாடுகள் உணவுச்சங்கியின் அயற்கரிமக் கூறுகளின் செறிவின்மீது தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. அயற்கரிமக் கூறுகள் இரையாகும் விலங்கில் இருந்து வேட்டையாடும் விலங்கின் (predator) அளவுக்குச் சார்பு உருப்பெருக்கம் (relative magnification) அடைதலை செறிவுக் காரணி (Concentration factor) வெளிப்படுத்துதல் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடப்படுகிறது

$$\frac{f}{K_{01}} \cdot \frac{1}{W} = \frac{f}{W.K_{01}}$$

இதில் W என்பது வேட்டையாடியின் உடல் எடையைக்குறிக்கிறது. எனவே கொழுப்புநாட்டமுடைய அயல் கரிமக் கூறுகளின் உயிரியத் திரள்வு மற்றும் அவற்றின் விளைவுகள் மனிதன் போன்ற தரைவாழ் உயிரிகளின் வளர்சிதை மாற்ற விகிதத்தினைச் சார்ந்தது.

III. உயிரிய உருப்பெருக்கம் (Biomagnification):-

இது உயிரிய விரிவுப்பெருக்கம் (Biological amplification) அல்லது உயிரிய மிகைப்பு என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. பாதரச உப்புக்கள், பெரில்லியம், மற்றும் காரீய (lead) கூட்டுப்பொருட்கள், அலுமினியக் கலன்கள் (cans), ஃபீனாலிக் கூட்டுப்பொருட்கள் மற்றும் பூச்சிக்கொல்லிகள் போன்றவை

சுற்றுச்சூழலை அடைந்த பிறகு சிதைவடையாமல் இருக்கின்றன அல்லது மிகவும் மந்தமாக சிதைவடைகின்றன. இப்பொருட்கள் "உயிரியவழிச் சிதைவடையா மாசுபடுத்திகள்" என்று குறிப்பிடப்படுகின்றன. இம்மாசுபடுத்திகள் சுற்றுச்சூழலில் தேங்குவது மட்டுமின்றி பெரும்பாலும் உயிரிய உருப்பெருக்கம் அடைகின்றன. ஒவ்வொரு ஊட்ட மட்டத்திலும் ஆற்றல் குறைந்து கொண்டே வருகையில் உயிரியவழிச்சிதைவடையா மாசுபடுத்திகளின் செறிவு படிப்படியாக அதிகரித்துக்கொண்டே வருகின்றது. இது உயிரிய உருப்பெருக்கம் அல்லது உயிரிய விரிவுப் பெருக்கம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. அதாவது அயல்கரிமக்கூறுகள் உணவுச்சங்கிலியில் அதிகரித்துக்கொண்டே வருகின்றது.

பல கன உலோகங்களும் பெரும்பாலான கரிமப் பூச்சிக்கொல்லிகளும் உணவுச்சங்கிலியில் உயிரியச் செறிவடைகின்றன. அயல்கரிமக் கூறுகள் உயிரிகளின் திசுக்களில் தேங்கும் தன்மையானது உயிரியச்செறிவுச் காரணி மூலம் குறிப்பிடப்படுகிறது. இது லி/கி.கி என்னும் அலகால் குறிக்கப்படுகிறது. எனவே BCFஐக் கீழ்க்கண்டவாறும் கணக்கிடலாம்.

$$\text{உயிரியச்செறிவுக் காரணி} = \frac{\text{உயிரிகளின் திசுக்களில் தேங்கியுள்ள அயல்கரிமக்கூறுகளின் செறிவு}}{\text{சுற்றுச்சூழலில் கலந்துள்ள அயல்கரிமக்கூறுகளின் செறிவு}}$$

BCF இனத்திற்கு இனம் வேறுபடுகின்றன. மேலும் உயிரிகளின் வளர்சிதை மாற்றம் கழிவுநீக்க மண்டலம் போன்றவற்றால் BCF பாதிக்கப்படுகிறது. கரிமப் பூச்சிக்கொல்லிகளின் BCF ஆனது கனிம பூச்சிக்கொல்லிகளின் BCF ஐ விட மிக அதிகம் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. மேலும் நீர்ச்சூழ்நிலை மண்டலங்களின் BCF தரைச்சூழல் மண்டலங்களின் BCF ஐ விட அதிகம்.

உயிரியத் திரள்வு ஏற்படும் முறை:- Process of bioaccumulation:

அயல்கரிமக் கூறுகள் திசுக்களுக்குள் உள்ளிழுக்கப்படும் வேகம் உடலிலிருந்து நீக்கப்படும் வேகத்தைவிட அதிகமாகும் போது உயிரியத்திரள்வு ஏற்படுகிறது. நீர்வாழ்விலங்குகளில் இது அதிகம் நடைபெறுவதால் நீர்ச்சூழ்நிலை மண்டலங்களில் உயிரியத் திரள்வு ஏற்படும் முறை கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

I. நீரிலிருந்து வேதிப்பொருட்கள் உள்ளிழுக்கப்படுதல்:-

பாசிகள், வளைத்தசைப்புழுக்கள், பூச்சியினங்கள், மெல்லுடலிகள் மற்றும் மீன்கள் போன்ற நீர்வாழ் உயிரிகள் நீரிலிருந்து நேரடியாக அயற்கரிமக் கூறுகளை உள்ளிழுத்துக்கொள்கின்றன என்று பல அறிவியலாளர்கள் குறிப்பிட்டுள்ளனர். உள்ளிழுத்துக்கொள்ளுதல் மூன்று விதங்களில் நடைபெறுகின்றன. அவை . 1. விரவல் முறை (diffusion). 2. சிறப்புக் கடத்தல் (special transport) மற்றும் 3. புறஉறிஞ்சல் (Adsorption).

1. விரவல் முறை (diffusion):-

பல அயற்கரிமகூறுகள் விரவல் முறைமூலம் உயிரிகளின் திசுக்களை அடைகின்றன. விரவல் முறை என்பது ஒரு பௌதீகச்செயல் பாடாகும். விரவல் முறையின்போது வேதிப்பொருட்கள் பொசிவுத்தன்மையுள்ள (permeable) அல்லது குறைபொசிவுத்தன்மை (Semipermeable) யுள்ள படலங்களின் வழியே செறிவுச்சரிவுவாட்டத்திற்கெதிராகக் (concentration gradient) கடந்து சென்று உயிரிகளின் திசுக்களை அடைகின்றன. இச்செயலுக்கு ஆற்றல் தேவைப்படுவதில்லை. பெரும்பாலும் செவுள்களின் வழியே அயற்கரிமப் பொருட்கள் உடலுக்குள் நுழைகின்றன. செவுள்களின் படலங்களின் இரட்டைக் கொழுப்பு அடுக்கு (lipid bilayer), வாய் உள்படலம் மற்றும் உணவுப்பாதை போன்றவை கொழுப்பு நாட்டமுடைய அயற்கரிமக் கூறுகள் (lipophilic xenobiotics) தம்மைக்கடந்து செல்ல அனுமதிக்கின்றன.

திறன்குறைந்த அமில மற்றும் காரப்பொருட்கள் அயனியாக்கப்படாமல் அப்படியே நேரடியாக உயிரியச் சவ்வுகளின் வழியாக கடந்து செல்கின்றன. மூலக்கூறு எடை 100 வரை உள்ள நுண்பொருட்கள் மற்றும் நீர் போன்றவை உயிரியச் சவ்வுகளில் உள்ள துளைகள் வழியாக செல்கின்றன. பல்வேறு ஆறுகாலிகளில் (Hexapoda) உடற்பரப்பின் வழியாக நேரடியாக விரவிப்பரவுகின்றன. இரத்தத்தில் உள்ள பிளாஸ்மாப் புரதங்கள் அயற்கரிமக்கூறுகளை எளிதாகக் கடத்துகின்றன.

2. சிறப்புக் கடத்தல் (Special transport):-

இதில் செயல்மிகு கடத்தல் (Active transport) மற்றும் எளிதாக்கப்பட்ட கடத்தல் (facilitated diffusion) ஆகிய இரண்டு முறைகளிலும் கடத்தல் நடைபெறுகிறது. செயல்மிகு கடத்தல் செறிவுச்சரிவுவாட்டத்திற் கெதிராக நடைபெறுகிறது. மேலும் செயல்மிகு கடத்தல் மூலம் அயற்கரிமக்கூறுகள் கடத்தப்பட ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. ஆனால்

எளிதாக்கப்பட்ட கடத்தலில் [facilitated transport] ஆற்றல் தேவைப்படுவதில்லை. இக்கடத்தல் முறைகள் மூலம் உலோகங்கள் உள்ளிழுக்கப்பட்டு உடலுக்குள் சேமிக்கப்படுகின்றன. குறைந்த உப்புத்தன்மை உள்ள நீரில் வேதிப்பொருட்கள் சுலபமாகத் திசுக்களால் உள்ளிழுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றன.

3. புறஉறிஞ்சல் (Adsorption):-

இதுவும் ஓர் இயற்பியல் செயல்பாடாகும். புறஉறிஞ்சிகளால் அயல்கரிமக்கூறுகள் உறிஞ்சப்படுதல் வான்டர்வாலின் இருமுனை – இருமுனை இடையீட்டு வினைகளின் (dipole – dipole interaction) விளைவாகும். கோவேலன்ட் இணைப்பு நிலைமின் விசை (electrostatic force) மற்றும் மூலக்கூறு விசை (molecular force) போன்றவற்றின் காரணமாக நீர்வாழ்பூச்சிகளின் உடற்பரப்பு வழியாகவும் அல்லது நேரடியாகச் செவுள்கள் மூலமாகவும் அயற்கரிமக்கூறுகள் உறிஞ்சிக்கொள்ளப்படுகின்றன.

II. நீரில் அயற்கரிமக்கூறுகளின் உயிரியக்கிட்டுகை (Bioavailability of xenobiotic in water):-

அயற்கரிமக் கூறுகள் உயிரிகளால் உறிஞ்சிக்கொள்ளப்படுதல் அப்பொருட்கள் நீரில் கரைந்து உயிரிகள் உறிஞ்சிக்கொள்ள கிடைப்பதைப்பொருத்து நடைபெறுகிறது. நீரில் கரைந்துள்ள வேதிப்பொருட்களின் அடர்த்தியைப் பாதிக்கும் காரணிகள் அப்பொருட்கள் உயிரிகளால் உறிஞ்சிக்கொள்ளப்படுவதையும் பாதிக்கின்றது. தொங்கு திடப்பொருட்கள் (suspended solids), படிவுகள், பெரும்மூலக்கூறுகள், தொங்கு கூழ்மங்கள் (colloidal suspension) அயனியாக்கம் (ionisation) போன்றவை அயற்கரிமக்கூறுகளை புறஉறிஞ்சி விடுவதால் அவற்றின் அளவு நீரில் குறைந்துவிடுகின்றன. மேலும் தொங்கும் நுண்துகள்கள் மற்றும் சில புறவுறிஞ்சி (adsorbents)கள் நீரில் அயற்கரிமக்கூறுகளின் அடர்த்தியைக் குறைத்துவிடுவதால் கொழுப்பு நாட்ட [lipophilic] அயற்கரிமக் கூறுகளின் உள்ளேற்பு குறைகிறது.

3. உணவில் இருந்து அயற்கரிமக் கூறுகள் உள்ளேற்கப்படுதல்:-

செவுள் மற்றும் உடற்பரப்பின் மூலம் உறிஞ்சப்படுதலுடன் உணவுப்பாதையின் வழியாகவும் அயற்கரிமக்கூறுகள் உறிஞ்சப்படுகின்றன. உணவில் உள்ள கொழுப்பு நாட்ட வேதிப்பொருட்கள் நீண்ட நேரம்

உணவுப்பாதையில் இருப்பதால் உணவுப்பாதையின் உள்படலத்தின் வழியே நன்றாக உறிஞ்சிக்கொள்ளப்படுகிறன. திறன்குறைந்த அமிலங்களும் காரங்களும் அயனியாக்கப்படாமல் நேரடியாக உறிஞ்சப்படுகின்றன. இரைப்பையின் pH ஆனது திறன்குறைந்த அமிலங்கள் விரவல் முறைமூலம் உறிஞ்சிக்கொள்ளப்படுவதற்கு உதவுகின்றது. குடற்பகுதியின் pH ஆனது நடுநிலை மற்றும் திறன்குறைந்த கார அயற்கரிமக்கூறுகளை உறிஞ்சிக்கொள்ள உதவுகின்றன. உணவில் இருந்து உலோகங்கள் உள்ளேற்கப்படுதல் அவை தனித்துக் காணப்படுகின்றனவா அல்லது வேறுபொருளுடன் இணைந்து காண்ப்படுகிறதா என்பதைப் பொருத்தது.

சில முக்கிய அயற்கரிமப்பொருட்களின் உயிரிய உருப்பெருக்கம்:-

1. பூச்சிக்கொல்லிகள் (எ.கா– DDT)

வளர்ந்த நாடுகளில் பூச்சி மருந்துகளின் உயிரிய உருப்பெருக்கம் குறித்துப் பல சான்றுகள் உள்ளன. 1973ல் இருந்து அமெரிக்காவில் DDT தடை செய்யப்பட்டுள்ளது. எனினும் இன்றும் பல வளர்ந்து வரும் நாடுகள் DDTயை பயன்படுத்திவருகின்றன. ஒரு நீர்ச்சூழலியல் மண்டலத்தில் உணவுச்சங்கிலியின் வழியாக DDT யின் உயிரியதிரள்வு பற்றி வோர்ட்வெல் [wordwell etal (1967)] மற்றும் குழுவினர் ஆராய்ந்தபோது கிடைத்த முடிவுகள் பின்வருமாறு.

ஒரு நீர் சூழ்நிலை மண்டலத்தின் உணவுச்சங்கிலியில் DDT யின் செறிவு

வ. எண்.	உயிரிகள்	DDT எச்சங்கள் ppmல்
1	நீர்	0.00005
2	மிதவை உயிரிகள்	0.04
3	சிறுமீன்கள் (Minnows)	0.94
4	ஊசிமீன்கள் (வேட்டையாடி உண்பவை)	2.07
5	பூநாரைகள் (சிறு நீர்வாழ்விலங்குகளை உண்பவை)	3.57
6	ஆலா பறவைகள் (Tern)	3.91
7	நீளச்சிறகிகள் (துப்புறவாளர்) (பறவை)	6.00
8	மீன் கொத்தி முட்டை	13.8
9	மீன் உண்ணும் வாத்துகள்	22.80
10	நீர்க்காக்கைகள்	26.40

DDT பயன்படுத்தியதன் விளைவாக மீன்கொத்தி போன்ற வேட்டையாடியுண்ணும் பறவைகள் மற்றும் மட்குண்ணிகளான ஃபிட்லர் நண்டுகள் போன்றவற்றின் உயிர்த்தொகை மிகமிகக்குறைந்துவிட்டது. DDT யானது பறவைகளில் ஸ்டிராய்டு ஹார்மோன்களைச் சிதைத்துவிடுவதால் அவை மெல்லிய ஓடுகளை உற்பத்திசெய்கின்றன. இதனால் முட்டைகளில் இருந்து குஞ்சுகள் முழுவளர்ச்சியடைந்து வெளியேறும் முன்பே முட்டை ஓடுகள் உடைந்துவிடுவதால் பறவைகளின் எண்ணிக்கையும் DDTயால் மிகவும் பாதிப்படைந்துள்ளன.

2. உலோகங்கள்:- (எ.கா. பாதரசம்)

பூச்சிக்கொல்லிகளுக்கு அடுத்தபடியாக பாதரசம், காரீயம், தாமிரம் போன்ற உலோகங்கள் உணவுச்சங்கிலியில் சேர்ந்து உயிரிய உருப்பெருக்கம் அடைகின்றன. தொழிற்சாலைக் கழிவுகளில் காணப்படும் கரிம மற்றும் கனிம நிலைப் பாதரசம் நீர்நிலைகளை மாசுபடுத்துகின்றன. பாதரசம் சுற்றுச்சூழலில் நீண்ட காலம் நீடித்திருக்ககூடிய உலோகம் ஆகும். இதன் அரைவாழ்நாள் காலம் 18.2 ஆண்டுகள் ஆகும் இதனால் இவ்வுலோகம் உயிரிகளின் உடலில் நுழைய அதிக வாய்ப்புகள் உள்ளன.

சுற்றுச்சூழலில் விடப்பட்ட பாதரசமானது சில காற்றில்லா சுவாச பாக்டீரியாக்களால் மீத்தைல் மெர்க்குரியாக மாற்றப்படுகிறது. இம்மாற்றம் நீர்நிலைகளில் உள்ள படிவுகள் மற்றும் வண்டல்களில் நடைபெறுகிறது. உயிர்வாயு இல்லா நிலையில் கிளாஸ்ட்ரிடியம் காக்ளியோரியம் (clostridium *cochlearium*) மற்றும் உயிர்வாயுள்ள நிலையில் சூடோமோனாஸ் போன்ற பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் நியூரோஸ்போரா கிராஸ்ஸா என்னும் பூஞ்சை போன்றவை பாதரசத்தை மோனோ மீத்தைல் மெர்க்குரியாக மாற்றுகின்றன. காரச் சூழலில் (Alkaline condition) மோனோமீத்தைல் மெர்க்குரியானது வாயுவாகக்கூடிய டைமீத்தைல் மெர்க்குரியாக மாற்றப்படுகிறது. இது ஊடகததை மாசுபடுத்துகிறது. லேசான அமிலச் சூழலில் டைமீத்தைல் மெர்க்குரியானது மீண்டும் மோனோமீத்தைல் மெர்க்குரியாக மாற்றப்படுகிறது. இது நீர்வாழ்உயிரிகளில் தேங்கி உணவுச் சங்கிலியில் செறிவடைகிறது. பாதரசம் உயிரிகளின் கல்லீரல் மற்றும் தசை போன்ற திசுக்களுடன் இணைந்து நீண்டகாலம் நிலைத்திருக்கிறது. பாதரசத்தின் உயிரிய உருப்பெருக்கம் கீழ்க்கண்டவாறு நடைபெறுகிறது.

மனிதன்

↑

மீன்கள்

↑

நீர்நிலை ஆழத்தில் வாழும் ஈரணுஉயிரிகள் (diatom), டிப்டீரன் லார்வாக்கள், கோப்பிபோடுகள் மற்றும் கிரஸ்டேஷியன்கள்

↑

பாதரசம் நிறைந்த நீர் ஊடகம்

மீன்களின் உடலில் தேங்கும் பாதரசம் மீனுக்கு எந்த பாதிப்பையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. ஆனால் அம்மீன்களை உண்ணும் மனிதர்களின் உடலில் தேங்கும் பாதரசம் "உணர்தொடக்க அளவை" (threshold) எட்டியதும் நச்சுத்தன்மையை உற்பத்தி செய்யத் தொடங்குகிறது. மீத்தைல் மெர்க்குரி நிலையில் இருக்கும் பாதரசம் மட்டுமே சுற்றுச்சூழலில் நிலைத்திருந்து உணவுச்சங்கிலியில் தேங்குகின்றன. மீத்தைல் மெர்க்குரியானது தாய் சேய் இணைப்புத்திசுவின் வழியாகக் கருவை அடைகின்றன. பாதரசச்செறிவைக் கொண்ட வளர்கருவின் மூளையிலும் இரத்தத்திலும் தாயின் உடலில் இருப்பதைவிட 20% அதிகம் இருப்பதாக ஆராய்ச்சி முடிவுகள் தெரிவிக்கின்றன. பல சல்ஃபைட்ரில் நொதிகள் பாதரசத்தால் செயலற்றதாகிவிடுவதால் பாதரச நஞ்சூட்டல் (Hg poisoning) ஏற்படுகின்றது.

3. கதிரியக்கப் பொருட்கள்:-

பூச்சிக்கொல்லிகள் மற்றும் உலோகங்கள் போலவே p-32, ஸ்ட்ரான்ஷியம்–90, அயோடின்–131, சீசியம்–137 போன்ற கதிரியக்கப்பொருட்கள் உடல்திசுக்களில் தேங்கி உயிரியஉருப்பெருக்கம் அடைகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஹான்ஃபோர்டு அணுசக்தி நிலையத்தில் இருந்து வெளியேறும் நீரில் உள்ள p-32 வானது கொலம்பியா ஆற்றில் உள்ளதைவிட அந்நீரில் வாழும் மீன்களில் 5000 மடங்கு அதிகம் காணப்படுகிறது. அதே ஆற்றில் உள்ள நீலச் செவுள்மீன் மற்றும் கிராப்பி (Blue gills and crappies) மீன்களில் 20,000–30,000 மடங்கு அதிகம்

காணப்படுகிறது. இழைப்பாசிகளில் (filamentous algae) p-32ன் செறிவு 1,00,000 மடங்கு அதிகம் காணப்படுகிறது. வாத்து முட்டைகளில் நீரில் உள்ளதைவிட 2 மில்லியன் மடங்கு அதிக p-32 உள்ளது. Fe-59, Zn 65, மற்றும் I-131 போன்ற கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளும் உயிரினங்களின் திசுக்களில் தேங்குகின்றன. மீன்களில் p-32, சிப்பிகள் மற்றும் மட்டிகளில் Zn 65 மற்றும் பாலில் I–131 ஆகிய கதிரியக்கப் பொருட்கள் உள்ளன.

உயிரிய உருப்பெருக்கத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள் (Factors affecting Biomagnification):-

சுற்றுச் சூழலில் உள்ள அயற்காரிமக்கூறுகள் உயிரிய உருப்பெருக்கம் அடைதல் கீழ்க்கண்ட காரணிகளைக் பொறுத்தது.

1. அயற்காரிமப் பொருட்களின் இயல்புப் பண்புகள்.
2. அயற்காரிமப் பொருட்கள் சுற்றுச்சூழலில் நிலைத்திருக்கும் கால அளவு.
3. அயற்காரிமப் பொருட்கள் சூழ்நிலையில் நிலைபெற்றிருத்தல்
4. சுற்றுச்சூழலில் அயற்காரிமப்பொருட்களை ஏற்றுக்கொள்ளும் உயிரிகள் கிடைத்தல்.
5. நச்சுப் பொருளின் மீது திசுக்களுக்கு உள்ள ஈர்ப்பு.
6. அடுத்த ஊட்ட மட்ட உயிரி கிடைத்தல்.
7. ஒவ்வொரு ஊட்ட மட்ட அளவிலும் அயற்காரிமப்பொருட்களை உறிஞ்சிக்கொள்ளும் உயிரிகளின் எண்ணிக்கை.
8. உயிரிகள் உட்கொள்ளும் உணவின் அளவு.
9. நீர்ச் சூழ்நிலை மண்டலத்தின் தன்மை.
10. உயிரிகளின் உடல் அளவும் திசுக்களில் உள்ள கொழுப்பின் அளவும். உடல் அளவும் திசுக்களின் கொழுப்பு அளவும் அதிகரிக்கும்போது அதிக அயற்காரிமக்கூறுகள் உடலில் தேங்குகின்றன.
11. உயிரிகள் தம் உடலில் இருந்து அயற்காரிமக் கூறுகளை வெளியேற்றும் வேகம்.

அயற்கரிமக்கூறுகளை நீக்குதல் (Elimination of xenobiotics):-

1. செவுள்களின் வழியாக நீக்குதல்:-

திறன்குறைந்த எலக்ட்ரோலைட்டுகள், காரப்பொருட்கள், DDT மற்றும் பென்டாகுளோரோஃபீனால் போன்ற பூச்சிக்கொல்லிகள் செவுள்களின் மூலம் நீக்கப்படுகின்றன.

2. கல்லீரல் மற்றும் பித்தப்பை மூலம்:-

கல்லீரலில் கொழுப்பு நாட்டமுடைய அயற்கரிமப்பொருட்கள் நீர்நாட்டமுடையவையாக (hydrophilic) மாற்றப்படுகின்றன. இவ்வாறு மாற்றப்பட்ட பொருட்கள் கல்லீரலில் இருந்து பித்தப்பைக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. பித்தப்பையில் இருந்து உணவுப்பாதையின் வழியாக மலத்துடன் வெளியேற்றப்படுகின்றன. பாதரசம், காரீயம், ஆர்செனிக் போன்றவை இம்முறையில் வெளியேற்றப்படுகின்றன.

சிறுநீரகத்தின் மூலம் நீக்குதல்:-

சிறுநீரகம் பொதுவாகக் குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய நீர்நாட்ட அயற்கரிமக்கூறுகளை வெளியேற்றுகின்றன. இப்பொருட்கள் சிறுநீரகத்தில் இருந்து கிளாமருலஸ் வடித்தல், (Glomerules filtration), விரவல் முறை அல்லது குழல் சுரத்தல் (tubular secretion) வழியாக வெளியேற்றப்படுகின்றன.

உயிரிய உருப்பெருக்கம்–ஓர் எடுத்துக்காட்டு:-

மினமட்டா நோய் (Minamatta disease):-

ஜப்பானின் மினமட்டா வளைகுடாவில் வினைல் குளோரைடு தயாரிக்கும் தொழிற்சாலையில் இருந்து மீத்தைல் மெர்க்குரி கலந்த நீர் கடலுக்குள் விடப்பட்டது. இப்பகுதியில் உள்ள உயிரிகளில் மீத்தைல் மெர்க்குரி உயிரிய உருப்பெருக்கம் பெற்று கடல் உயிரிகளின் திசுக்களில் தேங்கியது. 1950களில் இப்பகுதிகளில் பிடிக்கப்பட்ட மீன்கள், நண்டுகள் மற்றும் இறால் போன்றவற்றை உண்டவர்கள் நோயுற்று இறந்தனர். மினமட்டா குழந்தைகளின் மத்திய நரம்பு மண்டலம் பாதிக்கப்பட்டது. மேலும் புற்றுநோய் போன்ற விளைவுகளும் ஏற்பட்டது. மிமைட்டா நோய் தாக்கியவர்களுக்கு உடல் மரத்துப்போதல், பார்வைக்குறைவு, பேச இயலா நிலை, தசைஒத்தியங்காமை, மனநிலை பாதிப்பு, வலிப்பு போன்ற பாதிப்புகள் ஏற்பட்டு முடிவில் மரணம் ஏற்பட்டது.

உயிரியல் கண்காணிப்பு (Biomonitoring) மற்றும் உயிரிய சுட்டிகள் (Bioindicators)

முன்னுரை:-

தொழிற்சாலைகள் மற்றும் வேளாண் நிலங்களிலிருந்து வெளியேறும் மாசுபடுத்திகள் பற்றி உலகம் அறிந்த பிறகு சுற்றுச்சூழலில் விடப்பட்டிருக்கும் நச்சுப் பொருட்களின் அளவைத் தொடர்ச்சியாகவும் அடிக்கடியும் கணிக்க வேண்டியதன் அவசியத்தை உலகம் உணர்ந்துள்ளது. உயிரிகளிடமிருந்து பெறும் தகவல்கள் மூலம் மாசுபாட்டினால் ஏற்படும் தீயவிளைவுகளை கணிக்க இயலும். சுற்றுச்சூழலில் மனிதர்களால் ஏற்பட்ட மாற்றங்களை அளவிடுவதற்கு உயிரியல் முறைகளைப் பயன்படுத்தலாம். நுண்ணுயிர்கள், தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் போன்றவை சுற்றுச்சூழலில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் கூர்ந்து அறியும் திறனைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவை சுற்றுச்சூழல் குறிப்புணர்த்திகள் (Ecological indicators) அல்லது உயிரிய சுட்டிகள் அல்லது உயிரியல் தன்மைப் புலப்படுத்திகள் (bioindicators) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் மூலம் சுற்றுச்சூழலில் ஏற்படும் மாற்றங்களை உணர்ந்து அதனைக் கண்காணித்தல் 'உயிரியக் கண்காணித்தல்' (Biomonitoring) என்று அழைக்கப்படுகின்றது.

உயிரியக்கண்காணிப்பின் நோக்கங்கள் (Objectives):-

சுற்றுச்சூழலின் தரம் பற்றிய தகவல்களைத் திரட்டுதல் உயிரிய கண்காணிப்பின் முதல் நிலை நோக்கமாகும். நீர், காற்று போன்றவற்றில் கலந்துள்ள நோய்க்கிருமிகள், ஒலி அளவு போன்ற பொதுமக்கள் நலன் சார்ந்த விஷயங்கள், ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியின் செயல்பாடுகள், இயற்கை மற்றும் நிலக்கட்டமைப்பைப் பாதுகாத்தல் ஆகியவை இரண்டாம் நிலை நோக்கங்கள் ஆகும்.

சுற்றுச்சூழல் குறிப்புணர்த்திகளாகச் செயல்படும் தாவரங்கள் 'தாவரச் சுட்டிகள்' என்றழைக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு தாவரமும் அது வளரும் சூழ்நிலையின் தன்மையை வெளிப்படுத்துவதால் தாவரங்கள் சுற்றுச்சூழலின் அளவுகோலாக செயல்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் அதிகமாக வளரும் தாவரங்கள் அப்பகுதியில் நீண்ட நாள் வாழ்ந்து அவ்வாழிடத்தின் தாக்கத்தை அதிகமாகப் பெறுவதால் அவை அப்பகுதிக்கான சிறந்த குறிப்புணர்த்திகளாகும்.

தனித் தாவரத்தைவிடக் தாவர இனங்கள் சிறந்த குறிப்புணர்த்திகளாகச் செயல்படுகின்றன. தாவரங்களும் சில விலங்குகளும் குறிப்புணர்த்திகளாகச் செயல்படும் சில சுற்றுச்சூழல் நிலைமைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

1. நிலத்தின் உற்பத்தித்திறனை உணர்த்துபவை:-

நிலத்தின் உற்பத்தித் திறனை உணர்த்துவதில் காடுகள் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக மாசிக்காய் மரங்கள் (Quercus marilandica) தாழ்நிலங்கள் அல்லது மணற்பாங்கான நிலங்களில் வளர்வதில்லை. அவை இயற்கையாகச் சாதாரண மண்ணில் வளர்கின்றன.

2. வேளாண் சுட்டிகள்:-

ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் வளரும் தாவரங்கள் அப்பகுதியில் வேளாண்மை செய்வதற்கான வாய்ப்புகள் உள்ளதா என்பதை உணர்த்துகின்றன. மண் பரிசோதனை அல்லது வானிலையியல் தகவல்களைவிட இயற்கையாக வளரும் தாவரங்கள் பயிர் வளர்த்தல் பற்றி உபயோகமான தகவல்களை அளிக்கின்றன.

3. தட்பவெப்ப நிலை உணர்த்துபவை:-

ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் வளரும் தாவரங்கள் அப்பகுதியின் தட்ப வெப்ப நிலையை உணர்த்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, பசுமைமாறாக் காடுகள் (Evergreen forests) குளிர்காலத்திலும் கோடையிலும் அதிக மழை பெய்ததை உணர்த்துகின்றன. புல்வெளிகள் கோடையில் அதிகமாகவும் குளிர்காலத்தில் குறைவாகவும் மழைபெய்ததை உணர்த்துகின்றன. வறண்ட நிலத் தாவரங்கள் மழை பொய்த்தலையும் அல்லது குறைவாக பெய்தலையும் குறிக்கின்றன.

4. பல்வகைமையையும் மண்ணின் பண்புகளையும் உணர்த்துதல்:-

ஆன்ட்ரோபோகான் (Andropogaon) என்னும் இருவேலிப்புற்கள் மணற்பாங்கான மண்ணில் செழித்து வளர்கின்றன. இரும்புச்சத்து நிறைந்த மண்ணில் நத்தைசூரி எனப்படும் ஸ்பெர்மகோசே ஸ்ட்ரிக்டா (Spermacoce *stricta*) நிறைந்து காணப்படும்.

5. நெருப்பு உணர்த்திகள்:-

தீயால் அழிக்கப்பட்ட பகுதிகளில் அருகு, பெரணி போன்றவை வளர்கின்றன.

6. கனிம எண்ணெய்ப்படிவு சுட்டிகள்:-

ஃபியூஸிலின்ட்ஸ் (Fusilinds) என்னும் ஒரு செல் உயிரிகள் அப்பகுதியில் எண்ணெய்ப்படிவுகள் இருப்பதை உணர்த்துகின்றன.

7. நீரில் போதுமான அளவு ஆக்ஸிஜன் இருப்பதை உணர்த்துபவை:-

வளைதோண்டி வாழும் ஹெக்ஸாஜீனியா என்னும் காரீசல்கள் (may fly) நீரில் அதிக உயிர் வாயு இருப்பதை உணர்த்துகின்றன.

8. மாசுபாடு உணர்த்திகள்:-

யூட்ரிகுலேரியா, காரா, உல்ஃபியா போன்றவை மாசடைந்த நீரை விரும்புகின்றன. எஸ்ச்சரிச்சியா கோலை என்னும் பாக்டீரியாவும் டையேட்டம் எனப்படும் ஈரணுக்களும் நீர் மாசடைந்துள்ளதைக் குறிப்பிடுகின்றன. கட்லா, லேபியோ, நோட்டோப்டீரஸ் (Notopterus) போன்ற மீன்கள் தொழிற்சாலைக்கழிவுகள் கலந்த நீர்நிலையை விட்டுவிலகி செல்கின்றன. இதனால் நீர் மாசடைந்துள்ளதை அறியலாம்.

9. அமராந்தஸ், கீனோபோடியம், பாலிகோனம் போன்ற தாவரங்கள் கால்நடைகள் அதிகம் மேய்ந்த பரப்புகளில் நன்றாக வளர்கின்றன.

உயிரிய குறிப்புணர்த்திகள் மற்றும் சுற்றுச்சூழல் கண்காணிப்பு.

பல்வேறு வகையான உயிரிய குறிப்புணர்த்திகள் உள்ளன. இவை மனிதர்களால் உருவாக்கப்பட்ட தீமைசெய்யும் மாசுபடுத்திகளைக் கண்டறியப் பயன்படுகின்றன. இவ்வுயிரிகளை சர்வதேச உயிரிய அறிவியல் சங்கம் (International union of Biological science) 6 பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளது. அவையாவன 1. நுண்ணுயிரிகள், 2. தாவரங்கள், 3. விலங்குகள், 4. செல்லியல் மற்றும் மரபியல் 5. ஒப்புமை உடற்செயலியல் 6. நீர் அறிவியல்.

நுண்ணுயிரிகள்:-

சுற்றுச்சூழல் மாசுபாட்டை நுண்ணுயிர்கள் கூர்ந்து உணரும் திறன் பெற்றிருக்கின்றன. சில நுண்ணுயிர்கள் மாசுபடுத்திகளை உணர்கின்றன. சில நுண்ணுயிர்கள் மாசுபடுத்திகளை சிதைக்கும் பணியைச் செய்கின்றன. கூருணர்வுத்திறன் (Sensitivity) பெற்ற நுண்ணியிரிகள் அப்பகுதியில் இருந்து மறைதல் (elimination) அல்லது அப்பகுதியில் அவை பெருக்க மடைதல்

சுற்றுச்சூழல் மாற்றமடைவதைக் குறிக்கின்றது. நுண்ணுயிர் சமூகங்களில் மாற்றங்கள் ஏற்படுதல் மற்றும் அவற்றின் உயிரினப் பல்வகைமைக் (species diversity) குறைதல் போன்றவை குறிப்பிட்ட நச்சுப் பொருள் இருப்பதற்கான அடையாளமாகும். கனிம எண்ணெய்ப் படிவுகளில் உள்ள ஆர்க்கியோபாக்டீரியாக்கள் (Archaeobacteria) சிறந்த குறிப்புணர்த்திகள் ஆகும். சால்மோனெல்லா டைஃபிமியூரியம் போன்ற பாக்டீரியாக்களும், நியூரோஸ்போரா மற்றும் ஆஸ்பெர்ஜில்லஸ் போன்ற பூஞ்சைகளும் வேதிய மற்றும் இயற்பிய மாசுபடுத்திகளால் ஏற்படும் மரபியல் விளைவுகளைக் கண்டறியப் பயன்படுகின்றன. மண்ணில் கலந்துள்ள பூச்சிக் கொல்லிகளை சயனோபாக்டீரியாக்கள் மூலம் அறியலாம். நாஸ்டாக், ஹாப்லோசைஃபன் போன்றவை மூலம் டைதேன் (Dithane) டெல்டான் (Delton) ஆல்ட்ரெக்ஸ் (aldrex), BHC போன்ற பூச்சிக்கொல்லிகள் கலந்திருப்பதைக் கண்டறியலாம். சில இழைப்பூஞ்சைகள் (filamentous algae), ஈஸ்ட்டுகள், ஆக்டினோமைசெட்டுகள் மற்றும் சில பாக்டீரியாக்கள் மூலம் எண்ணெய் மாசுபாட்டினை அறியலாம். ஃபெடோரக் (1984) (Fedorak etal) மற்றும் குழுவிடம் 74 ஈஸ்ட் வகைகளையும் 224 இழைப்பூஞ்சைகளையும் கடல் நீர் மற்றும் கடற்படிவுகளில் இருந்து பிரித்தெடுத்துள்ளனர். இதில் எண்ணெய்த்துளிகளைப் பயன்படுத்தும் பெனிசிலியம், கான்டிடா (Candida), ஆரியோபேசிடியம் (Aureobasidium) போன்ற நுண்ணுயிர்களும் அடங்கும்.

II. கீழ்நிலைத் தாவரங்கள்:-

ஒரு சுற்றுச்சூழலில் உள்ள மாசுபடுத்தியைச் ஏற்குந்திறன் (Susceptibility) அல்லது தடைத்திறம் (Resistance) இனத்திற்கு இனம் வேறுபடுகின்றன. (எ.கா) சில கற்பாசிகள் (Lichens) மாசடையாத காற்றில் மட்டுமே உயிர்வாழ்கின்றன. சில கற்பாசிகள் அதிக மாசடைந்த காற்றில் கூட வாழக்கூடிய தடைத்திறத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. காற்றில் கலந்துள்ள So_2 மற்றும் ப்ளூரின் (Flourine) போன்றவற்றைக் கற்பாசிகளின் உடலங்கள் உணர்த்துகின்றன. கற்பாசியின் இறந்த உடலம் கூட ப்ளூரின் மற்றும் துத்தநாகம் போன்ற கன உலோகங்களை உள்ளிழுக்கும் திறன் பெற்றிருக்கின்றது. அணுக்கரு வெடிப்பின்போது வெளியிடப்படும் சீசியம் –137, ஸ்ட்ரான்ஷியம்–30, போன்ற கதிரியக்கப் பொருட்களை அளக்கவும் கற்பாசிகள் பயன்படுகின்றன.

அல்வா (ulva), என்டிரோமார்ஃபா (Enteromorpha) போன்ற கடற்பாசிகள் கழிமுக (estuaries) நீரின் தரத்தை அறியப் பயன்படுகிறது. கிளாடோஃபோரா (Cladophora) மற்றும் ஸ்டிஜியோலோனியம் (Stigeolonium) போன்ற பாசிகள்

கனஉலோகங்கள் இருக்கின்றனவா என்பதை அறியப் பயன்படுகின்றன. கனஉலோகங்கள் கலந்த நீரில் கிளாடோஃபோரா வாழ்வதில்லை. ஆனால் கன உலோகங்களால் மாசடைந்துள்ள நீரில் ஸ்டீஜியோலோனியம் அபிரிதமாகப் பெருக்கமடைகின்றன.

குளோரெல்லா நீரில் உள்ள நச்சுத் தன்மையை அறியப் பயன்படுகிறது. டுனியெல்லா (Duniella), ஸ்கெலிட்டோநீமா (Skeletonema), போன்றவை எண்ணெய் மாசுபாட்டை அறியப் பயன்படுகின்றன.

III. உயர்நிலைத் தாவரங்கள்:-

கூருணர்வு (Sensitivity) உடைய சில உயர்நிலைத் தாவரங்கள் உயிரிய உணர்த்திகளாகச் செயல்படுகின்றன. காற்று மற்றும் நீர் மாசுபாட்டினை அறிய உதவும் உயர்நிலை தாவரங்கள் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் ஏராளமாக உள்ளன. SO_2, O_3 மற்றும் நைட்ரஜன் ஆக்ஸைடுகள் போன்ற வாயுக்களையும் அலுமினியம், கால்ஷியம், தாமிரம், கோபால்ட், காரீயம், காட்மியம், மெர்க்குரி, மாங்கனீசு போன்ற உலோகங்களையும் கண்டறியப் பல்வேறு தாவர இனங்கள் பயன்படுகின்றன. இதற்கு ஆன்தோஸாந்தம் (anthoxanthum spp) என்னும் தாவரத்தின் துத்தநாகத் தாங்குத்திறன் (Zinc tolerance), அக்ரோஸ்டிஸ் (Agrostis)ன் தாமிரத்தாங்குதிறன், ஃபெஸ்டுக்கா (Festuca) வின் காரீயத் தாங்குதிறன், காசித்தும்பையின் (Impatiens) காட்மியம் தாங்குதிறன் போன்றவை சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும். இவை சிறந்த சுற்றுச்சூழல் குறிப்புணர்த்திகள் மட்டுமில்லாது மாசு நீக்கி (Pollutant scavengers) களாகவும் செயல்படுகின்றன.

தாவரங்களின் புறத்தோற்றம், வளர்சிதை மாற்றம் மற்றும் உள்ளுறுப்புகளில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் அத்தாவரங்களைப் பாதித்துள்ள கூட்டுப்பொருள்களின் தன்மையை வெளிப்படுத்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஒளிச்சேர்க்கை தடைபடுதல், ஈனோலேஸ் தடை ஆகியவை ஃப்ளூரின் ஏற்படுத்தும் பாதிப்புகளினால் நிகழ்கின்றன. பூவுறைகள் (Perianth) வெளிறிப் போதல் மகரந்தத் தாள் காயமடைதல் போன்றவற்றிற்கான காரணம் பாதரச நச்சாகும் (Mercury poisoning).

IV. விலங்குகள்:-

விலங்குகளின் உடலில் தேங்கியுள்ள வேதிப்பொருட்கள் பற்றிய புள்ளி விவரங்களைத் தனி உயிரிகளும் மொத்த சமூகமும் தருகின்றன. விலங்குகளின் பல்வேறு உறுப்புகளில் பல்வேறு அளவுகளில் வேதிப்பொருட்கள்

தேங்குகின்றன. சில குறிப்பிட்ட விலங்கினங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து ஆராய்வதன் மூலம் உணவுச்சங்கிலி வழியாக மனிதர்களின் உணவில் சேர்ந்து நச்சுதன்மை உருவாக்கும் வேதிப்பொருட்களின் அளவைக் கண்டறியலாம்.

மீன்கள், டாஃப்னியா, வெள்ளிக்கெண்டை போன்ற உயிரிகள் நீரில் உள்ள கன உலோக மற்றும் பூச்சிக்கொல்லி மாசுகளின் அளவை அறியப்பயன்படுகின்றன. மண்ணின் கதிரியக்க மாசுபாட்டை அறிய மண்புழுக்கள் பயன்படுகின்றன.

V. காற்றுவாழ் ஒவ்வாமையூக்கிகள் (Aeroallergens):-

இதில் காற்றில் வாழும் தாவரங்களும் விலங்குகளும் அடங்கும். பறக்கும் விலங்குகள், தொற்றுநோய்க்கிருமிகள், பூஞ்சை ஸ்போர்கள், மகரந்தத் தூள் போன்றவை காற்றின் மூலம் இடம் பெயர்கின்றன. காற்றில் கலந்துள்ள மகரந்தம், ஸ்போர்கள் மற்றும் டிரக்கீடுகள் (trachieds), இழைப்பாசிகள், பூச்சிகளின் சிறகுகள், செதில்கள் போன்றவை மனிதர்களுக்கு ஒவ்வாமையையும் தாவரங்களுக்கு நோயையும் ஏற்படுத்துகின்றன. மகரந்தம் ஓர் உயிரிய மாசுபடுத்தி (biopollutant) ஆகும். இவை உலகம் முழுவதும் பரவியுள்ளதால் உயிரியக் கண்காணிப்புத் திட்டங்களில் சிறந்த உயிரியச் சுட்டியாக கருதப்படுகின்றன.

VI. மனிதர்கள்:-

மனிதர்களின் இரத்தம், சிறுநீர் மற்றும் பிற திரவங்கள் உடலிலுள்ள நச்சுப்பொருட்களின் அளவைக் கண்டறியப் பயன்படுகின்றன. எனினும் இவை சமீபத்திய உட்படுத்தலை (exposure) மட்டுமே கண்டறியப் பயன்படுகின்றன. ஆனால் மனிதர்களின் கேசத்தில் உள்ள புரதமானது தூசியையும் உலோக ஆவியையும் (metallic vapour) ஈர்த்துக்கொள்ளும் திறன் பெற்றிருப்பதால் 2000 ஆண்டுகள் பழமையான சேச மாதிரிகளைக்கூட வெற்றிகரமாகப் பரிசோதிக்க இயலும்.

VII. செல்லியல், மரபியல் மற்றும் ஒப்புமை உடற்செயலியல்:-

செல் மற்றும் குரோமோசோம் போன்ற செல் உட்பொருட்கள் சிறந்த உயிரிய சுட்டிகளாகச் செயல்படுகின்றன. சுற்றுச்சூழல் காரணிகளால் ஏற்படும் மாற்றங்கள் குறித்த நீண்ட கால மற்றும் குறைந்த கால பரிசோதனைகள் உயிரியினுள்ளும் (in vivo) உயிரிக்கு வெளியேயும் (in vitro) நடத்தப்பட்டுள்ளன. சூழ்நிலைகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களைத் தமது உணர்உறுப்புகளால் அறியும் விலங்குகள் தம் நடத்தையில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. விலங்குகளின் நாளமில்லாச்

சுரப்பிகள், நரம்பு மண்டலம், தசைகள் இரத்தம் போன்றவற்றில் வேதிப்பொருட்கள் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. உயிர்வேதியியல் அல்லது உடற்செயலியல் செயல்முறைகளைப் பயன்படுத்தி நச்சுப்பொருட்கள் கலந்துள்ளதைக் கண்டறியலாம்.

இந்தியாவில் கங்கை உள்ளிட்ட பல நதிகளில் கலந்துள்ள நச்சின் அளவைக் கண்டறிய உயிரியக் கண்காணிப்புத்திட்டங்கள் செயல்பட்டுவருகின்றன. குறிப்பாகக் கங்கை நதியின் உயிரியக் கண்காணிப்பில் பாசிகள், பாக்டீரியாக்கள், விலங்குமிதவை உயிரிகள் மற்றும் மீன்கள் போன்றவற்றை உயிரியச் சுட்டிகளாக பயன்படுத்தி கங்கையில் உள்ள நச்சுத்தன்மையின் அளவு, நீர்வாழ்உயிரிகளின் மீது கழிவுப் பொருட்களால் ஏற்படும் விளைவுகள் போன்றவை மதிப்பீடு செய்யப்பட்டு கங்கையின் தற்போதைய மாசுபாடுநிலை கணிக்கப்பட்டுள்ளது. இதைப்போல பிற நீர்நிலைகளில் ஏற்பட்டுள்ள கனஉலோக மாசுபாடுகளைக் கண்காணிக்க இந்தியாவின் பல்வேறு பகுதிகளில் பல்வேறு ஆராய்ச்சி மையங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

அத்தியாயம் – 7

சுற்றுச்சூழல் சட்டங்கள்
(Environmental legislation)

உலகத்தில் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு மற்றும் சூழ்நிலைப்பேணல் குறித்து அரசியலமைப்புச்சட்டத்தில் இடம் பெறச் செய்த முதல் நாடு இந்தியா. 1972ம் ஆண்டு ஜூன் 5ம் தேதி ஸ்டாக்ஹோமில் நடந்த "மனிதர்களின் சுற்றுச்சூழல்" பற்றிய ஐக்கியநாடுகள் மாநாட்டில் சுற்றுச்சூழல் பற்றி முதன்முதலில் விவாதிக்கப்பட்டது. அதன் பின்னர் உலகம் முழுவதும் ஜூன் 5ம் தேதி உலகச் சுற்றுச்சூழல் தினமாகக் கடைபிடிக்கப்பட்டு வருகிறது. ஸ்டாக்ஹோம் மாநாடு முடிந்த உடன் நம் நாட்டில் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பிற்காக நிலையானச் சட்டங்கள் இயற்றப்பட்டன. 1972ம் ஆண்டு வனவிலங்கு பாதுகாப்புச்சட்டம் இயற்றப்பட்டது. அதனைத் தொடர்ந்து மாசுகட்டுப்பாடு சட்டம் 1974 (Water prevention and control of pollution Act 1974) இயற்றப்பட்டது. பின்னர் காடுகள் பாதுகாப்புச் சட்டம் 1980 (Forest conservation Act 1980), காற்று மாசுபாடு தடுப்பு மற்றும் கட்டுப்பாடு சட்டம் 1981 (Air-prevention and control of Pollution Act 1981) கடைசியாக சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்புச்சட்டம் 1986 (Environment Protection Act 1986) ஆகியவை இயற்றப்பட்டன.

ஸ்டாக்ஹோம் மாநாடு நடந்து முடிந்து நான்கு ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு குறித்த சட்டம் 42வது சட்டத்திருத்தத்தின் மூலம் கொண்டுவரப்பட்டது. இச்சட்டத்தின் 48–A பிரிவு "மாநிலங்கள் சுற்றுச்சூழலைப் பாதுகாத்து மேம்படுத்தவும் காடுகளையும் வனவிலங்குகளையும் பாதுகாக்கவும் முயற்சி எடுக்க வேண்டும்" என்றும் 51A(g) பிரிவு "காடுகள், ஏரிகள், நதிகள் மற்றும் வனவிலங்குகள் உள்ளிட்ட இயற்கைச் சூழல்களைப் பாதுகாத்தல், மேம்படுத்துதல் மற்றும் உயிரிகளின் மீது பரிவு காட்டுதல் ஒவ்வொரு இந்தியக் குடிமகனின் கடமையாகும்" என்றும் வலியுறுத்துகிறது. எனவே நமது அரசியமைப்பின்படி சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு மற்றும் சுற்றுச்சூழல் பேணல் மக்களின் அடிப்படைக் கடமையாகும்.

இந்திய அரசாங்கம் நிறைவேற்றியுள்ள சில முக்கியமான சட்டங்கள் பின்வருமாறு.

1. வனவிலங்குகள் பாதுகாப்புச் சட்டம் 1972

1972ம் ஆண்டு அமலுக்கு வந்த இச்சட்டம் வனவிலங்குப் பாதுகாப்புச் சட்டத்தில் ஒரு மைல்கல்லாகும். 1976ம் ஆண்டில் வனவிலங்குகள் மாநில அரசு பட்டியலில் இருந்து பொதுத்துறைப் பட்டியலுக்கு (Concurrent list) மாற்றப்பட்டு வனவிலங்குகள் குறித்த சட்டம் இயற்ற மத்திய அரசு அதிகாரம் பெற்றது.

இந்திய வனவிலங்கு வாரியம் (Indian Board of wildlife-IBWL):-

1952ம் ஆண்டு உருவாக்கப்பட்ட இவ்வாரியம் வனவிலங்கு பாதுகாப்புச்சட்டம் இயற்றப்பட்டபிறகு வனவிலங்குச் சரணாலயங்கள், தேசியப் பூங்காக்கள் போன்றவற்றை அமைத்தது. IBWL ன் முக்கியச் செயல்பாடுகள் பின்வருமாறு.

1. வனவிலங்கு தொடர்பான சொற்களை வரையறுத்தல்.

2. வனவிலங்கு அறிவுரை வாரியம் மற்றும் வனவிலங்குக் காப்பாளரை (warden) நியமனம் செய்தல், அவர்களின் அதிகாரம், கடமை போன்றவற்றை வரையறுத்தல்.

3. வனவிலங்கு பாதுகாப்புச் சட்டத்தின்கீழ் முதல்முறையாக அழியும் ஆபத்திலுள்ள விலங்கினங்களின் பட்டியல் தயார் செய்து அவை வேட்டையாடப்படுதலைத் தடுத்தல்.

4. இச்சட்டத்தின்கீழ் அழியும் ஆபத்தில் உள்ள தாவரங்களைப் பாதுகாத்தல்.

5. மத்திய மிருகக்காட்சிசாலை ஆணையம் அமைக்க அனுமதித்தல்.

6. பட்டியலில் இடம் பெற்றுள்ள விலங்குகள் தொடர்பான வணிகங்களைத் தடை செய்தல்.

7. அதிகாரிகளுக்குச் சட்டபூர்வமான அதிகாரமும் குற்றவாளிகளுக்குத் தண்டனை அளிக்கவும் அதிகாரம் அளித்தல்.

இச்சட்டத்தின் கீழ் அரிமாத்திட்டம் (1972) புலித்திட்டம் (1973), முதலைத் திட்டம் (1974) போன்ற பல பாதுகாப்புத்திட்டங்கள் ஏற்படுத்தப்பட்டன. ஜம்மு–காஷ்மீர் தவிர இந்தியாவின் அனைத்து மாநிலங்களும் இச்சட்டத்தைப் பின்பற்றுகின்றன. ஜம்மு–காஷ்மீர் தன் மாநிலத்திற்கெனத் தனிச்சட்டத்தைப் பின்பற்றுகிறது.

காடுகள் பாதுகாப்புச்சட்டம் 1980:-

இச்சட்டத்தின் முக்கியமான அம்சங்கள்:-

1. காடுகளைக் காட்டியல் தொடர்பான பணிகளுக்கு மட்டும் பயன்படுத்த மாநில அரசுக்கு அதிகாரம் வழங்கப்படுகிறது. காட்டியல் தவிர சுரங்கம், புதுக்காடாக்குதல் (reforestation) மற்றும் இயற்கையாக வளரும் மரங்களை அகற்றுதல் போன்றகாரணங்களுக்காகப் பயன்படுத்த விரும்பினால் மாநில அரசு மத்திய அரசாங்கத்திடம் முன்னதாக அனுமதி பெறவேண்டும்.

2. இச்சட்டத்தின் மூலம் அனைத்து வகைக் காடுகளும் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. மேலும் இதற்காக அமைக்கப்பட்டுள்ள ஆலோசனைக்குழு காடுகளின் பாதுகாப்பிற்குத் தேவையான நிதி குறித்து மத்திய அரசுக்குப் பரிந்துரை செய்கிறது.

3. காடுகளுக்குள் நடைபெறும் சட்டத்திற்குப்புறம்பான காடுசாரா செயல்பாடுகள் அனைத்தையும் இச்சட்டம் தடுக்கிறது. எனினும் வேலியிடுதல், நீர்த்துளைகள் (water holes) ஏற்படுத்துதல், சால் அமைத்தல் (trench), குழாய்கள் பதித்தல், சோதனைச் சாவடிகள் அமைத்தல் போன்றவைகளுக்கு விதிவிலக்கு அளிக்கப்பட்டுள்ளது.

காடுகள் பாதுகாப்பு சட்டத்தின் சட்டத்திருத்தம் – 1992:-

1992ம் ஆண்டில் எற்படுத்திய காடுகள் பாதுகாப்புச் சட்டத்திருத்தம் மத்திய அரசின் அனுமதியோடு மரங்களை வெட்டாமல் அல்லது மிகக்குறைந்த அளவில் வெட்ட அனுமதித்துச் சில காடுசாரா செயல்பாடுகளை அனுமதிக்கின்றது. எனவே செலுத்தீட்டுக்கம்பிகள் (transmission lines) மற்றும் பூகம்பத்தை உணரும் அமைப்புகள் அமைத்தல், துளையிடுதல் (drilling) மற்றும் நீர்மின்சாரத் திட்டங்கள் போன்றவற்றைச் செயல்படுத்த அனுமதிக்கிறது. ஆனால் நீர்மின்சாரத்திட்டங்களைச் செயல்படுத்த மத்திய அரசின் அனுமதி தேவை.

இச்சட்டத்தின்படி மரங்கள் வெட்டப்படாவிட்டாலும் கூட மத்திய அரசாங்கத்தின் முன் அனுமதியின்றி சரணாலயங்களிலும் தேசிய பூங்காக்களிலும் எந்தவித ஆய்வுப் பயணங்களோ அல்லது கணக்கெடுப்போ நடத்தக்கூடாது.

தேயிலை, காபி, வாசனைப்பொருட்கள், ரப்பர் மற்றும் பிற பணப்பயிர்களைப் பயிரிடுதல் போன்றவை காடுசாராச் செயல்பாடுகளின் கீழ் வருவதால் அவற்றிற்க்கு பாதுகாக்கப்பட்ட காடுகளில் அனுமதியில்லை.

காட்டில் புதிதாக அறிமுகப்படுத்தப்படும் தாவரங்கள் காட்டின் சுற்றுச்சூழல் சமநிலையைப் பாதித்துவிடக்கூடும் என்பதால் பழமரங்கள், எண்ணெய்த் தாவரங்கள் மற்றும் மருத்துவகுணம் கொண்ட தாவரங்களைப் பயிரிடவேண்டும் என்றாலும் கூட மத்திய அரசின் முன் அனுமதியைப் பெற வேண்டும். உள்ளூர்த்தாவரம் என்றால் அனுமதிபெற வேண்டிய அவசியமில்லை.

டஸ்ஸர் என்னும் பட்டுப்பூச்சிக் காடுகளில் ஆதிவாசிகளால் வளர்க்கப்படுகிறது. இது ஏதேனும் ஒரு குறிப்பிட்ட விருந்தோம்பி மரத்தைச் (host tree) சார்ந்திராத வரையில் இது காடுசார் செயல்பாடுகளின் (forest activity) கீழ் வருகிறது. உயிரியப் பன்மயத்தை உடைய காடுகளில் தனிப்பயிரீடு (monoculture) களைத் தவிர்க்கவே இக்கட்டுப்பாடு இடப்படுகிறது. இதே காரணத்திற்காக மல்பெரி மரங்கள் பயிரிடுதலும் காடுசாரா செயல்பாடாகக் கருதப்படுகிறது.

சுரங்கத் தொழில், காடுகளில் பாயும் நதிப்படுகைகளில் உள்ள கற்கள், பெரும் பாறைகள் போன்றவற்றை அகற்றுதல் போன்றவையும் காடு சாராச் செயல்பாடுகள் ஆகும்.

நீர் மாசுபாடுக் கட்டுப்பாடுச்சட்டம் 1974:-

இச்சட்டத்தின் முக்கிய அம்சங்கள் பின்வருமாறு:-

1. அனைத்துவகை மேற்பரப்புநீர் மற்றும் நிலத்தடி நீரின் தரத்தைப் பராமரித்தல் மற்றும் சீராக்குதல்.

2. மத்திய, மாநில மாசுக்கட்டுப்பாட்டு வாரியங்கள் அமைத்தல்

மத்திய மாசுக்கட்டுப்பாட்டு வாரியம் (Central pollution control board):-

மத்திய மாசுக்கட்டுப்பாட்டு வாரியங்கள் ஆலோசனைகள் வழங்கவும் ஒருங்கிணைக்கவும் நீர் மாசுபாட்டினைத் தடுக்கவும் மற்றும் கட்டுப்படுத்தவும் தேவையான தொழில்நுட்ப உதவிகளை அளிக்கவும் அதிகாரம் பெற்றிருக்கின்றன.

இதன் பணிகள் பின்வருமாறு:-

- மாசுக்கட்டுப்பாடு பற்றிய பயிற்சித் திட்டங்களை ஏற்பாடு செய்தல்
- மாசுத் தொடர்பான புள்ளி விவரங்களைச் சேகரித்துத், தொகுத்து வெளியிடுதல்.

- கழிவுநீர், தொழிற்சாலைக் கழிவுகள் போன்றவற்றை சுத்திகரிக்கவும் அகற்றவும் விளக்கும் கையேடுகள் தயாரித்தல்.
- நீரின் தரநிர்ணயம் செய்தல்.
- சுற்றுச்சூழல் மாசுபாட்டினை தடுக்க, கட்டுப்படுத்த மற்றும் குறைப்பதற்கு நாடு தழுவிய திட்டம் தயாரித்தல்.
- நீர் கழிவுகள் மாதிரிகளை ஆராய ஆராய்ச்சிக் கூடங்களை அமைத்தல்.

மாநில மாசுக்கட்டுப்பாட்டு வாரியங்கள்:-

மத்திய மாசுகட்டுப்பாட்டு வாரியத்தின் கீழ்ச் செயல்படும் இந்த அமைப்புகள் கீழ்க்கண்ட பணிகளைச் செய்கின்றன.

நீரோடைகள் அல்லது கிணறுகளை மாசுபடுத்தக்கூடிய தொழிற்சாலைகள் அமைந்துள்ள இடம் பற்றி மாநில அரசுக்கு ஆலோசனை வழங்குகின்றன.

தொழிற்சாலைக் கழிவுகளுக்கான தரத்தை முடிவுசெய்கின்றன. தொழிற்சாலைகளின் வழியாக செல்லும் நீரோடை, கிணறு அல்லது கழிவுநீரிலிருந்து மாதிரி நீர் சேகரிக்க அதிகாரம் பெற்றிருக்கின்றன.

சேகரிக்கப்பட்ட மாதிரி நீரை இரண்டாகப் பிரித்து தொழிற்சாலை உரிமையாளர் மற்றும் அதிகாரிகளின் கையொப்பத்துடன் அங்கீகாரம் பெற்ற ஆராய்ச்சிக் கூடங்களுக்கு அனுப்பி வைக்கின்றன. அனுப்பி வைக்கப்பட்ட மாதிரி நீரில் உள்ள மாசுபடுத்திகளின் அளவு அனுமதிக்கப்பட்ட உச்ச அளவைத் (Maximum permissible limit) தாண்டினால் தொழிற்சாலைக்கு அனுமதி மறுக்கும் உரிமை இவ்வாரியங்களுக்கு உண்டு.

ஒவ்வொரு தொழிற்சாலையும் குறிப்பிட்ட படிவத்தில் தொழிற்சாலை பற்றிய அனைத்து விவரங்களையும் குறிப்பிட்டு, முறையான கட்டணம் செலுத்தி விண்ணப்பிக்கவேண்டும். விண்ணப்பத்துடன் ஏற்கனவே செய்த கழிவுநீர் ஆய்வு முடிவையும் இணைக்க வேண்டும். கழிவுநீரைப் பயன்படுத்தும் முறைகள், சுத்திகரிப்பு மற்றும் அழித்தல் குறித்த பரிந்துரைகளை வாரியங்கள் அளிக்கும்.

நீர்மாசுபாடுத்தடுப்புச்சட்டமானது, தொழிற்சாலைகள் குறித்த விவரங்களைப் பெறவும், மாதிரி நீர்ச் சேகரிக்கவும், கழிவுநீர் வெளியேற புதிய வழிகள் அமைத்தல் மற்றும் தொழிற்சாலை விரிவாக்கம் போன்றவற்றை மறுக்கவும்,

ஒரு ஆலையில் நுழைந்து பார்வையிட்டு ஆய்வு செய்யவும், கழிவுநீர் ஆய்வுக்குப்பின் தொழிற்சாலைக்கு அனுமதி அளிக்கவும் அல்லது மறுக்கவும் வாரியங்களுக்கு அதிகாரம் அளிக்கிறது.

காற்று மாசுபாடுத்தடுப்பு மற்றும் கட்டுப்பாடுச் சட்டம் 1981:-

இச்சட்டத்தின் முக்கிய அம்சங்கள் பின்வருமாறு.

இச்சட்டத்தின்படி மனிதர்களுக்கும் சுற்றுச்சூழலுக்கும் கேடு விளைவிக்கக்கூடிய திட, திரவ மற்றும் வாயுக்கள் ஆகிய அனைத்தும் காற்று மாசுபடுத்திகளாகக் கருதப்படுகின்றன.

1987ம் ஆண்டு ஒலியும் மாசுபடுத்தியாக இச்சட்டத்தில் நுழைக்கப்பட்டது.

நீர் மாசுக்கட்டுப்பாட்டைப் போலவே காற்று மாசுக்கட்டுப்பாட்டு வாரியங்கள் செயல்பட்டுக் காற்று மாசுபாட்டைக் கண்காணிக்கின்றன. காற்று மாசுபாடுத்தடுப்புச்சட்டத்தின் பிரிவு 17ன் படி தொழிற்சாலைகள் மாசுக்கட்டுப்பாட்டு வாரியங்களின் விதிமுறைகளைப் பின்பற்றுகின்றனவா என்பதை வாரியங்கள் கண்காணிக்க வேண்டும். பிரிவு 20 வாகனங்கள் உமிழும் புகையின் தரத்தை நிர்ணயிக்க இடமளித்துள்ளது. இதன் அடிப்படையில் மாநில அரசானது மோட்டார் வாகனச் சட்டம் 1939ன் கீழ் மோட்டார் வாகனப் பதிவு அதிகாரிக்கு உத்தரவிடும் அதிகாரத்தைப்பெறுகிறது.

பிரிவு 19ன்படி மாநில அரசானது மாநில மாசுக்கட்டுப்பாட்டு வாரியத்துடன் ஆலோசித்து மாநிலத்தில் ஒரு பகுதியை "காற்று மாசுபாடுகட்டுப்பாட்டுப் பகுதி" என்று அறிவித்து அப்பகுதியில் அனுமதிக்கப்பட்ட எரிபொருளைத் தவிர மாசுபடுத்தும் பிற எரிபொருட்களைப் பயன்படுத்துவதைத் தடை செய்யலாம். காற்றுமாசுபாடுகட்டுப்பாட்டுப்பகுதியில் மாநிலக் கட்டுப்பாட்டு வாரியத்தின் முன் அனுமதி பெறாமல் எந்தத் தொழிற்சாலையையும் நிறுவவோ இயக்கவோ முடியாது.

நீர் மற்றும் காற்று மாசுக்கட்டுப்பாடு சட்டங்கள் மேல் முறையீடு செய்யவும் வாய்ப்பளிக்கின்றன. காற்று மாசுக்கட்டுப்பாடுச் சட்டத்தின் 31வது பிரிவின்படி பாதிக்கப்பட்ட நபரோ அல்லது தொழிற்சாலையோ மேல்முறையீடு செய்யலாம். இது போன்ற மேல் முறையீடுகளை மாநிலத்தின் ஆளுநரால் நியமிக்கப்பட்ட ஒருவர் அல்லது மூன்று பேர் அடங்கிய மேல்முறையீட்டு அதிகாரிகள் (Appellate Authority) குழு விசாரணை செய்யும். ஆணை பிறப்பித்த 30 நாட்களுக்குள் மேல்முறையீடு செய்யவேண்டும்.

சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்புச் சட்டம் (The Environment protection Act 1986):-

நமது நாட்டின் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பின் முன்னோடியான மறைந்த முன்னாள் இந்திய பிரதமர் திருமதி இந்திராகாந்தி அவர்களின் பிறந்த நாளான நவம்பர் 19ம் தேதியன்று, 1986ம் ஆண்டு இச்சட்டம் அமல்படுத்தப்பட்டது. இச்சட்டம் சுற்றுச்சூழலைப் பாதுகாக்கவும் மேம்படுத்தவும் அதிகாரம் அளிக்கிறது. இச்சட்டத்தின்படி மத்திய அரசின் பணிகள் கீழ்வருமாறு.

(அ) காற்று, நீர் மற்றும் மண் ஆகியவற்றிற்குத் தர நிர்ணயம் செய்தல்.

(ஆ) ஒலி மாசு உள்ளிட்ட பல்வேறு மாசுபடுத்திகளின் அனுமதிக்கப்பட்ட உச்ச அளவை (Maximum permission limit) நிர்ணயம் செய்தல்.

(இ) சுற்றுச்சூழலுக்குத் தீமை செய்யும் பொருட்களைக் கையாளவும் பயன்படுத்தவும் தடைவிதித்தல்.

(ஈ) குறிப்பிட்ட இடங்களில் தொழிற்சாலைகளை அமைக்கவும் இயக்கவும் தடைவிதித்தல்.

(உ) சுற்றுச்சூழல் மாசுபாட்டினை ஏற்படுத்தும் விபத்துகளைத் தவிர்ப்பதற்கான பாதுகாப்பு விதிமுறைகளை மேற்கொள்ளுதல் மற்றும் விபத்துகள் ஏற்பட்டுவிட்டால் அதனைச் சீராக்குதல்.

சுற்றுச்சூழல் தரத்தினை மேம்படுத்த சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்புச்சட்டம் 1986ன் பட்டியல் I-IV ன் கீழ் வாயு மாசுபடுத்திகளை வெளியிடுதல், தொழிற்சாலைக் கழிவுகளை வெளியேற்றுதல் போன்ற செயல்பாடுகளுக்கு தரம் நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு தொழிற்சாலைக்கும் ஊடகத்திற்கும், மாசு வெளியிடப்படும் இடத்திற்கும் ஏற்ப இத்தரம் மாறுபடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, கழிவுநீரை நன்னீரில் விட்டால் அதன் BODயின் அனுமதிக்கப்பட்ட உச்ச அளவு 30 ppm என்றும், பொதுக்கழிவுக் கால்வாயில் விட்டால் 350 ppm என்றும் நிலத்திலோ அல்லது கடற்கரையிலோ விட்டால் 100 ppm என்றும் நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ளது.

சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு விதி 1986ன் படி மாநில அரசின் பணிகள்:-

1. விதிமுறைகளில் குறிப்பிட்டுள்ள தரத்தினை அடைவதற்காகக் கழிவு நீரையும் மாசுபடுத்தும் வாயுக்களையும் சிறந்த தொழில்நுட்பங்களைப் பயன்படுத்திச் சுத்திகரிக்கத் தொழிற்சாலைகளை வலியுறுத்துதல்.

2. கழிவுகளை மீள்சுழற்சி செய்து பயன்படுத்த ஊக்கமளித்தல்.

3. கழிவு நீரையும் வாயுக்களையும் சுற்றுச்சூழலில் விட அனுமதியளிக்கும் போது கழிவுகளை ஏற்கும் நீர்நிலையின் தன்மயமாக்கும் திறனைக் (assimilative capacity) கருத்தில் கொள்ளுதல்.

4. தொழிற்சாலைகள் நல்ல தொழில் நுட்பங்களை மேற்கொள்ளச் செய்து எரிபொருள் திறனை அதிகரித்தல் மற்றும் மாசுபடுத்திகளின் அளவைக் குறைக்க வலியுறுத்துதல்.

சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்புச்சட்டம் 1986ன் கீழ் பல்வேறு வளர்ச்சித் திட்டங்களால் ஏற்படும் சுற்றுச்சூழல் தாக்கத்தின் மதிப்பீடு (Environmental Impact Assessment – (EIA)) சட்டத்திருத்தம் 1994ஆம் ஆண்டு கொண்டுவரப்பட்டது.

சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்புச்சட்டம் 1986இன் கீழ் "இடர் தரும் கழிவுகளின் மேலாண்மை மற்றும் கையாளல் விதிகள் 1989 மத்திய அரசால் கொண்டுவரப்பட்டது. இவ்விதிகளின்படி கழிவுநீரைத் தீமை விளைவுகள் ஏதுமின்றி முறையாகக் கையாளவும் அழிக்கவும் தேவையான வழிமுறைகளை ஏற்படுத்துவது தொழிற்சாலை உரிமையாளரின் பொறுப்பாகும். இவ்விதிகளின்படி இதுவரை 18 வகை இடர் தரும் கழிவுகள் அறியப்பட்டுள்ளன. இக்கழிவுகளை முறையாகக் கையாளவும், சேமித்துவைக்கவும், சுத்திகரிக்கவும், தொழிற்சாலைகளில் இருந்து வேறிடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லவும் அழிக்கவும் விதிமுறைகள் உள்ளன. தொழிற்சாலை உரிமையாளர்கள் இவற்றைக் கண்டிப்புடன் பின்பற்றிக் கழிவுகளை அகற்றி அழிக்க வேண்டும்.

சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்புச் சட்டம் 1986ல் சுற்றுச்சூழல் தணிக்கை (Environmental Audit) க்கும் இடம் உள்ளது. இதன்படி ஒரு தொழிற்சாலை அல்லது நிறுவனம் சுற்றுச்சூழல் சட்டங்கள் மற்றும் விதிமுறைகளைக் கடைபிடிக்கிறதா இல்லையா, என்பதைச் சோதனையிடலாம். இவ்வாறு நமது நாட்டில் சுற்றுச்சூழலின் தர மேம்பாட்டிற்குச் சட்டத்தின்மூலம் வழிவகை செய்யப்பட்டுள்ளது.

சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு

இயற்கை வளங்களை மிகவும் சிறந்த முறையிலும் பயனுள்ள வகையிலும் உபயோகித்தலே சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு எனப்படும். ரேமண்ட் F. தாஸ்மன் கூற்றுபடி மனித இனத்திற்கு உயர்தர வாழ்க்கையை அளிக்கும் விதமாகச் சுற்றுச்சூழலைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளுதல் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு ஆகும். கடந்த 20 ஆண்டுகளாக அனைத்து மனித செயல்பாடுகளிலும் மிக முக்கியமானதாகச் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு அறியப்பட்டு வந்துள்ளது. மர்ஃபி (1990) (Murphy) என்பவர் "பாதுகாப்பு உயிரியல் (Conservation biology) என்பது உயிரினப் பன்மயத்தினை சிறந்த அறிவியல் வழிமுறைகளால் பாதுகாப்பதாகும்" என்று வரையறுத்துள்ளார்.

சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பின் நோக்கங்கள்:–

உயிரினங்கள் அந்தந்த வட்டாரங்களிலிருந்தோ அல்லது உலகிலிருந்தோ அற்றுப் போதலைத் தடுத்தல் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பின் முக்கிய நோக்கமாகும். மேஸ் 1994 (Mace 1994) என்னும் அறிவியலாளர் தன்னுடைய ஆராய்ச்சிக் கட்டுரையில் அருகிவரும் விலங்கினங்களைக் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தியுள்ளார்.

(அ)	அருகிவிடக்கூடிய விலங்குகள் (Vulnerable)	100 ஆண்டுகளுக்குள் அழிந்துவிட 10% வாய்ப்புகள் இருப்பவை
(ஆ)	அழியும் நிலையில் இருக்கும் விலங்குகள்	20 ஆண்டுகளுக்குள் அல்லது பத்து தலைமுறைகளுக்குள் அழிந்து விட 20% வாய்ப்புகள் இருப்பவை.
(இ)	அழிவின் விளிம்பில் இருப்பவை	5 ஆண்டுகளுக்குள் அல்லது இரண்டு தலைமுறைகளுக்குள் அழிந்து விட 50% வாய்ப்புகள் இருப்பவை.

43% முதுகெலும்பிகள் மேற்கண்ட மூன்று வகைபாட்டில் ஏதாவது ஒன்றில் இருப்பதாக மேஸ் கணக்கிட்டுள்ளார். விலங்குகளின் வாழிடங்கள் அழிக்கப்படுவதாலும், அதிகமாகப் பயன்படுத்துவதாலும் (Over exploitation) வெளி நாட்டுக்குரிய இனங்களின் ஊடுருவலாலும் பிற காரணிகளாலும் உலகம் முழுவதிலும் பல உயிரினங்கள் அழியும் ஆபத்தில் உள்ளன.

இயற்கை வளங்கள்:-

இயற்கை வளங்களில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன.

1. புதுபிக்கவல்ல வளங்கள். 2. புதுப்பிக்க இயலாவளங்கள்.

1. புதுப்பிக்கவல்ல வளங்கள்.

இவை பொதுவாக உயிருள்ள வளங்களாகும். இவற்றால் இனப்பெருக்கம் செய்து இழந்த உயிரிகளை ஈடுகட்டி எண்ணிக்கையை அதிகரிக்கச் செய்ய இயலும் (எ.கா). காடுகள், வனவிலங்குகள் மற்றும் மீன்வளம் ஆகியவை.

2. புதுப்பிக்க இயலா வளங்கள்:-

இவை தாதுக்கள் மற்றும் புதைபடிவ எரிபொருள் போன்ற உயிரற்ற வளங்களாகும். இவ்வளங்கள் ஈடுசெய்ய இயலாதவை அல்லது மனித வாழ்நாளில் காண இயலாத அளவுக்கு மிகமிகக் குறைந்த வேகத்தில் ஈடுகட்டக்கூடியவை. (எ.கா) இரும்புத்தாது, நிலக்கரி, பெட்ரோலியம் போன்றவை வளர்வதில்லை. புதுப்பிக்க இயலா வளங்கள் ஒருமுறை தீர்ந்துவிட்டால் அவற்றை எப்போதும் ஈடுசெய்ய இயலாது.

இயற்கை வளங்களைப் பாதுகாத்தல்:-

கீழ்கண்ட ஆதாரவளங்களைப் பாதுகாத்தல் அவசியம்.

(அ) தாதுக்கள்:-

தாதுக்கள் சுரங்கங்களிலிருந்து வெட்டி எடுக்கப்படும் கனிமப் பொருட்கள் ஆகும். தாதுக்கள் இரண்டு வகைப்படும். 1. உலோகத் தாதுக்கள் 2. உலோகம் அல்லாத பிற தாதுக்கள். உலோகத்தாதுக்களில் இரும்பு, தாமிரம், அலுமினியம், துத்தநாகம் காரீயம் மற்றும் தகரம், உலோககலவைகளான மக்னீசியம், குரோமியம் மற்றும் தங்கம், வெள்ளி போன்றவையும் அடங்கும். உலோகம் அல்லாத பிற தாதுக்களில் கனிம எரிபொருட்களான நிலக்கரி, பெட்ரோலியம், இயற்கை எரிவாயு

மற்றும் அணு சக்திப் பொருட்களான யுரேனியம் போன்றவையும், நைட்ரேட், பாஸ்பேட், பொட்டாஷ் போன்ற உரத்தாதுக்களும் வைரம், போன்ற ரத்தினக்கற்களும், ஜிப்சம், கந்தகம், மைக்கா போன்றவையும் அடங்கும்.

இந்தியாவில் தாதுப்படிவுகள் (mineral deposits) மத்தியப் பிரதேசம், சட்டீஸ்கர், ஜார்க்கண்ட் முதல் ஒரிஸ்ஸா, மற்றும் மேற்கு வங்காளத்திலும் பரவியுள்ளன. தாது வளங்கள் உலகம் முழுவதும் வேகமாகக் குறைந்து வருவதால் தற்போது இது மிகப்பெரிய பிரச்சினையாக உருவெடுத்து வருகிறது. எனவே தாதுவளங்களை மிகவும் கவனத்துடன் பயன்படுத்த வேண்டும்.

(ஆ) காடுகள்:-

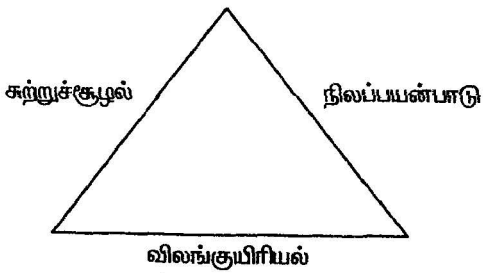
பல்வேறு வகையான உயிரிகளைத் தாங்கியும் சூரிய சக்தியிலிருந்து கரிமப் பொருட்களை உற்பத்தி செய்தும் சூழ்நிலை மண்டலத்தைக் காடுகள் பராமரிக்கின்றன. நிலக்கரி, புதைவடிவ எரிபொருள் மற்றும் இரும்புத்தாது போன்ற புதுப்பிக்க இயலா வளங்கள் தீர்ந்துவிட்டால் மனிதன் காடுகளில் உள்ள புதுப்பிக்கவல்ல வளங்களைச் சார்ந்து வாழ நேரிடலாம். இந்தியா நீண்ட நாட்களாகவே காடுகளை அறிவியல் பூர்வமாக மேலாண்மை செய்யவேண்டியதன் அவசியம் குறித்து அறிந்துள்ளது. காடுகள் மரம், மரக்கூழ் தயாரிக்கப் பயன்படும் மரங்கள், தீவனம் போன்றவற்றை அளிப்பது மட்டுமின்றி மண் அரிப்பு, வெள்ளம் மற்றும் மண்வளத்தைப் பாதுகாத்தல் போன்றவற்றை ஒழுங்குபடுத்துவதிலும் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது.

உலகக் கண்காணிப்பு நிறுவனம் (World watch Institute) 1988ம் ஆண்டு வெளியிட்ட அறிக்கையில் 1970ல் 16.9% ஆக இருந்த இந்திய வனப்பரப்பு 1980ல் 14.1% ஆக குறைந்துவிட்டது என்றும் ஆண்டுக்கு சராசரியாக 1.3 மில்லியன் ஹெக்டர் பரப்புள்ள காடுகள் அழிக்கப்படுவதாகவும் குறிப்பிட்டுள்ளது. மேலும் இந்தியத் தேசிய தொலையறிதல் முகவாண்மை (National remote sensing agency of India) வெளியிட்டுள்ள புள்ளிவிவரம் இந்தியப் பெருநகரங்களைச் சுற்றி 100 கி.மீ. பரப்பளவிற்குள் இருந்த காடுகளில் ஆண்டுக்கு 15% வரை அழிக்கப்படுவதாகக் குறிப்பிட்டுள்ளது. மேலும் காடுகள் அழிக்கப்படுவதால் ஏற்படும் வெள்ளம் மற்றும் வண்டல்படிவுகளுக்குக் கங்கை மற்றும் பிரம்மபுத்திரா சமவெளிகள் சிறந்த சான்றுகளாக அமைகின்றன. மத்திய வனவியல் வாரியம் (Central Board of Foresty) சமீபத்தில் 40 மில்லியன் ஹெக்டர் பயனற்ற நிலங்களில் காடுகளை வளர்க்கத் திட்டமிட்டுள்ளது. இம்முயற்சியால் பொருளாதார முன்னேற்றமும் வேலைவாய்ப்புகளும் அதிகரிக்கும்.

இந்தியக் காடுகளின் பரப்பளவு 637,293 ச.கி.மீ. ஆகும். இது நாட்டின் பரப்பளவில் 19.39% ஆகும். தேசிய வனக்கொள்கை (National forest policy) 1998ன்படி சுற்றுச்சூழல் சமநிலை மற்றும் சுற்றுச்சூழல் நிலைத்தன்மையைப் பராமரிக்க நாட்டின் பரப்பளவில் மூன்றில் ஒரு பங்கு காடுகள் இருப்பது அவசியம். காடுகளின் அருகாமையில் வாழும் கிராம மக்களைக் காடுகளைப் பாதுகாக்கும் பணிகளில் ஈடுபடுத்தும்படி இந்திய அரசு மாநில அரசாங்கத்தைத் கோரியுள்ளது. அதன்படி காடுகளின் வளர்ச்சி மற்றும் பாதுகாப்பு பணியில் ஈடுபடும் மக்களுக்குக் காடுகளின் பயனை அனுபவிக்கும் உரிமையை அளிக்க வேண்டும் என்றும் தேசிய வனக்கொள்கை அறிவுறுத்தியுள்ளது.

(இ) வனவிலங்குகள்:-

வனவிலங்குப் பாதுகாப்பும் சுற்றுச்சூழலியலின் முக்கிய அங்கமாகும். வனவிலங்குகளைப் பாதுகாப்பதன் மூலம் அரிய விலங்குகளை அழிவிலிருந்து பாதுகாக்க முடியும். வனவிலங்குகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரிக்க செய்யும் முயற்சிகளை கீழ்க்கண்ட வழிகளில் செய்யலாம். (1) வேட்டையுரிமைத் தடைச் சட்டத்தின் (game laws) மூலம் இனப் பெருக்கத்திறனுள்ள விலங்குகளை பாதுகாத்து வேட்டையாடுதலைத் தடுத்தல். (2) விலங்குகளைச் செயற்கையாக இருப்பு வைத்தல், (3) வாழிடங்களை மேம்படுத்துதல், (விலங்குகள் அழிந்து போவதற்கு முக்கியமான காரணம் அவற்றின் வாழிடங்கள் அழிக்கப்படுவதுதான். எனவே அவற்றின் வாழிடங்களை மேம்படுத்துதல் வனவிலங்குப் பாதுகாப்பின் முக்கியமான அம்சமாகும்). வனவிலங்குப் பாதுகாப்பு மற்றும் மேலாண்மையினை ரால்ஃப் டி. கிங் (Ralph T. King) ஒரு முக்கோணம் மூலம் விவரித்துள்ளார். முக்கோணத்தின் மூன்று சமபக்கங்களாக விலங்குயிரியல், சுற்றுச்சூழல் மற்றும் நிலப்பயன்பாடு ஆகியவற்றைக் குறிப்பிட்டு மூன்றும் சம முக்கியத்துவம் உடையவை என்று விளக்கியுள்ளார்.



இந்தியாவில் 1952ம் ஆண்டு இந்திய வனவிலங்கு வாரியம் அமைக்கப்பட்டது. தற்போது 485 சரணாலங்களும் 87 தேசிய பூங்காக்களும் இந்தியாவில் உள்ளன. இதன் பரப்பளவு முறையே 4.06 மில்லியன் ஹெக்டர் மற்றும் 11.54 மில்லியன் ஹெக்டர்களாகும். இது இந்தியாவின் புவிப்பரப்பில் 4.75% ஆகும். இவை அனைத்தும் பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதியாக அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது. எனினும் நாட்டின் சுதந்திரத்திற்கு முன் பல நூற்றாண்டுகளாக வன விலங்குகளும் தாவரங்களும் அழிக்கப்பட்டு வந்ததற்கு காரணமான பல காரணிகள் இன்னும் செயல்பாட்டில் உள்ளன. அவற்றில் குறிப்பிட வேண்டியவை காடுகள் அளவுக்கு மீறிப் பயன்படுத்தப்படுதல் (overexploitation), வனவிலங்குகளின் வாழிடம் மனிதர்களின் குடியிருப்புகளாக மாற்றப்படுதல், சாலைப் போக்குவரத்து அமைத்தல், பெருகிவரும் மக்கள் தொகையால் காடுகள் விவசாய நிலங்களாகவும், தொழிற்சாலைகளாகவும் மாற்றப்படுதல், விலங்குகள் தொடர்ந்து வேட்டையாடப்படுதல், பாதுகாக்கப்பட்ட காடுகளில் கூட நிலம் வழங்கப்படுதல் போன்றவை ஆகும். மேலும் நீர்மின்சாரத்திட்டங்களும் தம் பங்கிற்கு காட்டுச்சுற்றுச்சூழலை மாசுபடுத்தி, காடுகளை அழிக்கின்றன.

இந்திய வனவிலங்கு வாரியம் சமீபத்தில் அமைத்த வல்லுநர் குழு இந்திய வனவிலங்குகளைப் பாதுகாக்க அதிக நிலப்பரப்பு பாதுகாக்கப்பட வேண்டும் என்று பரிந்துரைத்துள்ளது. தேசிய வனக்கொள்கை 1988ன்படி வனத்துறையானது வனவிலங்குகளை பாதுகாப்பதன் அவசியத்தை உணர்ந்து சிறப்பு கவனத்துடன் வனவிலங்குகள் பாதுகாக்கப்படவேண்டும் என தீர்மானம் நிறைவேற்றியுள்ளது.

.(ff) மேய்ச்சல் நிலங்கள்:-

சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு மேலாண்மையில் நிலங்களின் பாதுகாப்பும் அடங்கும். பல்லாண்டுப்புற்கள் (Perennial grasses) மேய்ச்சலால் ஏற்படும் பாதிப்பிலிருந்து ஓரளவுக்கு மட்டுமே மீள்கின்றன. எனவே புல் உற்பத்தியைப் பராமரிக்க மேய்ச்சலின் நிகழ்வெண் (frequency) மற்றும் செறிவு ஆகியவற்றை ஒழுங்கு படுத்துதல் அவசியம். இதற்கு மேயும் விலங்குகளின் எண்ணிக்கையை புல்உற்பத்தி விகிதத்திற்கு ஏற்றவாறு இருக்கும்படி பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். மேய்ச்சல் நிலங்களைப் பல பிரிவுகளாகப் பிரித்து ஒவ்வொரு பிரிவும் ஒரு ஆண்டு மேய்ச்சல் ஆண்டாகவும் (grazing year) அடுத்த ஆண்டு மேய்ச்சல் இல்லாத ஆண்டாகவும் (Non grazing year) கடைபிடித்துப் புல்வெளிகளைப் பாதுகாக்கலாம். நெருப்பால் தேவையில்லாத புற்களை அழித்து பயனுள்ள புற்களை வளர்த்து மேய்ச்சல் நிலங்களை ஒழுங்கு படுத்தலாம்.

(உ). மண் மற்றும் நிலம்:-

மண்வளம், மண்ணின் வகைகள், மண் அரிப்பிற்கான காரணங்கள், மண் பாதுகாப்பு, நீர் மற்றும் வெள்ளம் போன்றவற்றில் இருந்து மண்ணைப் பாதுகாப்பதற்கான வழிமுறைகள் பற்றிப் பல ஆராய்ச்சிகள் நடந்துள்ளன. தற்போதும் நடந்து வருகின்றன. மண் அரிப்பை ஏற்படுத்தும் இயற்பியல் மற்றும் உயிரியல் காரணிகளைக் குறைத்தல், தாவரங்களை வளர்த்து மண் அரிப்பைத் தடுத்தல் ஆகியவற்றின் மூலம் மண் வளத்தைப் பாதுகாக்கலாம்.

(ஊ). நீர்:-

புதுப்பிக்கவல்ல வளங்களில் மிக முக்கியமானது நீர்வளமாகும். எனவே நீர்வளப்பாதுகாப்பு மிகவும் முக்கியமானதாகும். நீரை மாசுபடுத்தும் பொருட்கள் நீரில் கலப்பதை தடை செய்தல், பல இடங்களில் ஆறுகள் நிரம்பி வழிந்து நீர் வீணாவதையும் மழைக்காலங்களில் நீர் வீணாக கடலில் கலப்பதையும் தடுத்தல் போன்ற செயல்பாடுகள் மூலம் நீர் வளத்தைப் பாதுகாக்கலாம்.

(எ) மீன்வளம்:-

கடந்த சில ஆண்டுகளாக உள்நாட்டு மீன்வளம் மிகவும் குறைந்து வருகிறது. நீர் மாசுபாடு மற்றும் அதிகப்படியான மீன்பிடித்தல் போன்ற காரணங்களால் நன்னீர் மீன் வளம் மிகவும் குறைந்துவிட்டது.

மீன்வளங்களைப் பாதுகாக்கும் வழிமுறைகள்:-

1. நீர் வளங்களை பாதுகாத்தல்.
2. சிறுமீன்கள் சிக்காத வகையில் வலைக்கண் (mesh) உள்ள வலைகளைப் பயன்படுத்துதல்.
3. டைனமைட், நஞ்சு, மீன் கொல்லித் தாவரங்கள் (Ichthyotoxic plants) போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தி மீன்பிடித்தலைத் தடைசெய்தல்.
4. இனப்பெருக்கக் காலத்தில் மீன்பிடித்தலைத் தடைசெய்தல்.
5. நீரின் இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல் பண்புகளைப் பாதுகாத்தல்.
6. மீன் நோய்கள் மற்றும் ஒட்டுண்ணிகளைக் கட்டுப்படுத்துதல்
7. உயிரியல் தொடர்பான ஆராய்ச்சிகளை ஊக்குவித்தல்.
8. அதிகபட்ச விளைச்சலுக்கு பதிலாக உகந்த அளவு விளைச்சலுக்கு முக்கியத்துவம் அளித்தல்.
9. மீனவர்கள், பொதுமக்கள் போன்றவர்களை மீன்வளப் பாதுகாப்பில் ஈடுபடுத்துதல்.

உயிரினப்பன்மயப் பாதுகாப்பு
Conservation of Biodiversity

1992ம் ஆண்டு ரியோ மாநாடு நடந்ததிலிருந்து இப்போதும் எதிர்காலத்திலும் உயிரினப்பன்மயப்பாதுகாப்பு ஒரு சவாலாக இருக்கப்போகிறது என்பதை உலகம் உணரத் தொடங்கியது. பூமியில் 3 முதல் 30 மில்லியன் உயிரினங்கள் உள்ளன. எனினும் 2 மில்லியனுக்கும் குறைவான உயிரினங்களே பெயரிடப்பட்டுள்ளன. பனியுகத்தை (ice age) அடுத்து மித வெப்ப காலம் மற்றும் வறட்சி போன்ற சுற்றுச்சூழல் மாறுபாடுகள் இயற்கைத் தேர்வின் மீது செயல்பட்டதால் சில புதிய இனங்கள் உருவாகின. சில உயிரினங்கள் மறைந்தன. ஆனால் இன்றைய அழிவுநிலைக்கு மனிதனின் செயல்பாடுகளே முழுமுதற்காரணம். இதன் விளைவாகத் தற்போது வாழ்ந்து கொண்டிருக்கும் பல உயிரினங்கள் அழியும் நிலைக்குத் தள்ளப்பட்டுள்ளன.

உயிரின பன்மயத்தில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. 1. மரபுவழிப் பன்மயம் (Genetic diversity). 2. சூழ்நிலைப் பன்மயம் (Ecological diversity). ஓர் இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளிடையேயும் பல இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளுக்கிடையேயும் காணப்படும் மாறுபாடுகளின் (variability) அளவு மரபுவழிப் பன்மயம் எனப்படும். பூமியில் உள்ள ஓர் இனத்தின் வளமை அல்லது வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் உள்ள தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளின் எண்ணிக்கை சூழ்நிலைப் பன்மயம் எனப்படும்.

இயற்கைச் சூழலில் பாதுகாத்தல் (In – situ conservation):-

உயிரிகளை அவை வாழ்ந்து கொண்டிருக்கும் இயற்கைச் சூழ்நிலையிலேயே பராமரித்துப் பாதுகாத்தல் இயற்கைச்சூழலில் பாதுகாத்தல் எனப்படும். விலங்குகளை அவற்றின் இயற்கைச் சூழலிலேயே பராமரித்தல் நல்லது. ஏனெனில் ஓர் உயிரி பல தலைமுறைகளாக வாழ்ந்த இடத்தில் கிடைக்கும் அனைத்துக் காரணிகளையும் இயற்கைச் சூழலுக்கு வெளியே அவற்றைப் பராமரிக்கும் போது நம்மால் தரஇயலாது. இயற்கைசூழல் பராமரிப்பில் தேசியப் பூங்காக்கள், சரணாலயங்கள், இயற்கைப் பாதுகாப்புபகுதிகள் போன்றவை அடங்கும். இப்பகுதிகள் அளவில், அமைப்பில், நோக்கத்தில், மேலாண்மைத்திறனில் மாறுபாட்டிருந்தாலும் சந்தேகத்திற்கிடமின்றி இவை உலகின் உயிரினப் பன்மயத்தின் களஞ்சியம் ஆகும்.

ஈர நிலங்கள் (அல்லது) சதுப்பு நிலங்களைப் பாதுகாத்தல்:-

சதுப்புநிலங்கள் பொதுவாக நிலத்திற்கும் நீருக்கும் இடையில் அமைந்துள்ள வடிகால் பகுதியாகும். சதுப்புநிலங்கள் உயிரினப்பன்மயம் நிறைந்த பகுதியாகும். இப்பகுதியானது நீரை நிறுத்திவைத்துக்கொள்வதால் அடுத்துள்ள பகுதிகள் வெள்ளம் சூழாமல் பாதுகாக்கப்படுகிறது. மேலும் சதுப்புநிலங்கள் கார்பன் மற்றும் மீத்தேன் போன்றவற்றை இழுத்துக் கொள்வதால் புவியின் தட்பவெப்பநிலை மீதும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. சதுப்பு நிலங்களும் மனிதர்களின் செயல்பாட்டின் காரணமாக அழியக்கூடிய ஆபத்தில் இருப்பதால் அவை பாதுகாக்கப்பட வேண்டிய அவசியம் உள்ளது. ராஜஸ்தானில் உள்ள கோலேடியோ தேசியப் பூங்கா (Koeladeo Nation park), மணிப்பூரில் உள்ள லோக்தக் ஏரி (Loktak lake), பஞ்சாபிலுள்ள ஹெரிகே ஏரி (Harike lake), ஜம்முகாஷ்மீரில் உள்ள ஊலார் ஏரி (Wular lake) போன்றவை இந்தியாவில் உள்ள சர்வதேச முக்கியத்துவம் வாய்ந்த சதுப்புநிலப் பகுதிகளாகும். ஈரநிலங்கள், சதுப்பு நிலங்கள் மற்றும் பவளப்பாறைகளுக்கான தேசியக் குழு சதுப்புநிலங்களின் பாதுகாப்பு மற்றும் மேலாண்மை குறித்து அரசுக்கு அறிவுறுத்தியுள்ளது.

பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதிகள் (Protected areas):-

பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதிகளில், விலங்குகள், அவற்றின் வாழிடங்கள் மற்றும் தாவரங்கள் போன்றவை பாதுகாக்கப்படுகின்றன. தேசியப் பூங்காக்களும் சரணாலயங்களும் வனவிலங்கு பாதுகாப்புச்சட்டத்திற்கு (1992) உட்பட்டு அமைக்கப்படுகின்றன.

உயிரியக்கோளப் காப்பு பகுதிகள் (Biosphere Reserves):-

உயிர்க்கோளக் காப்புத் திட்டம் 1971ம் ஆண்டு யுனெஸ்கோவால் 'மனிதனும் உயிரியக்கோளமும்' என்னும் திட்டத்தின்கீழ் (Man and Biosphere – MAB) தொடங்கப்பட்டது. இத்திட்டத்தின் குறிக்கோள் பின்வருமாறு.

1. சூழ்நிலை மண்டலத்தின் பகர்ப்பு நிலை மாதிரியைப் (representative sample) பாதுகாத்தல்.
2. மரபு வழிப் பன்மயத்தினை அவற்றின் இயற்கைச் சூழலில் பாதுகாத்தல்.
3. பன்முறை ஆராய்ச்சி மற்றும் கண்காணிப்பை ஊக்குவித்தல்.

4. கல்வி மற்றும் பயிற்சி பெற வாய்ப்பளித்தல்.

5. உலக ஒத்துழைப்பை ஊக்குவித்தல்.

6. உயிர்வள ஆதாரங்களைச் சரியான முறையில் பராமரித்தல்.

ஒரு பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதியானது உயிரியக் கோளக் காப்புப்பகுதியாக கருதப்பட கீழ்க்கண்ட பண்புகள் தேவை.

1. தட்பவெப்பநிலை ஒத்துக்காணப்படும் மண்டலத்தில் வாழ்கின்ற உயிரினக் குழுக்களில் உள்ள சமூகங்களின் கூட்டுத் தொகையைக் குறிப்பதாக உயிரியக்கோளம் இருக்க வேண்டும். இந்தியத் துணைக் கண்டத்தில் இதுபோல் 12 உயிரிய நிலப்பகுதிகள் உள்ளன. அவையாவன: இமயமலைத் தொடர், தார்ப்பாலைவனம், மலபார் மழைக்காடுகள், தட்சிண முட்காடுகள் (Deccan thornforest), சோழமண்டல மகாநதிகள், வங்காள மழைக்காடுகள், பர்மன் பருவமழைக் காடுகள் (Burman monsoon forests). லட்சத்தீவுகள், மாலத்தீவு மற்றும் சாகோஸ் தீவுகள் மற்றும் அந்த மான் நிக்கோபார் தீவுகள்.

2. ஒவ்வொரு உயிரினக்கோளக்காப்புப்பகுதியும் தனித்தன்மையுடையதாக இருக்கவேண்டும்.

3. ஒவ்வொரு உயிரினக் கோளக்காப்புப்பகுதியிலும் அபிரிமிதமான மரபுவழிப் பன்மயம் (genetic diversity) இருக்க வேண்டும்.

4. திட்டமிடப்பட்டுள்ள உயிரினக் கோளக்காப்புப் பகுதியானது அழியும் அபாயத்திலுள்ள விலங்குகளுக்கும் தாவரங்களுக்கும் இயற்கைப் பிறப்பிடமாக இருக்க வேண்டும்.

5. உயிரினக் கோளக் காப்புப்பகுதியானது இயற்கை உயிர்த்தொகையைப் பராமரிக்க ஏதுவாக அளவுவாரிச் செயல்திறனுடையதாக (size wise effective) இருக்க வேண்டும்.

6. சுற்றுச்சூழல், மரபுவழி, பரிணாமம், விலங்குகளுக்கிடையேயான உறவுகள், நிலப்பயன்பாட்டு மேலாண்மை, சுற்றுச்சூழல் வளர்ச்சி, சமுதாய பொருளாதாரம் போன்ற துறைகளில் ஆராய்ச்சி செய்வதற்கான வாய்ப்புகள் உயிரியக்கோளத்தில் இருக்க வேண்டும்.

தேசிய MAB குழுவானது இந்தியாவில் உயிரியக் கோளப்பாதுகாப்புப் பகுதியாக அறிவிக்கத் தக்க வளமை உடைய 12 பகுதிகள் உள்ளன என்று கண்டறிந்துள்ளது. இந்தியத் துணைக் கண்டத்திலுள்ள 12 உயிரியப் புவியியல் பகுதிகளில் (Biogeographic regions) 9 பகுதிகள் உயிரியக் கோளப் பாதுகாப்புப் பகுதியாக MAB குழு கணித்துள்ள பகுதிகளின்கீழ் வருகின்றன.

தேசியப் பூங்காக்கள் மற்றும் சரணாலங்களுக்கும், உயிரியக் கோள காப்புபகுதிகளுக்கும் இடையே ஒற்றுமை காணப்படுகிறது என்றாலும் அவற்றைத் தனித்தனியாக கருதக்காரணங்கள் உள்ளன. அவை பின்வருமாறு.

(1) இந்தியாவிலுள்ள தேசியப் பூங்காக்கள் 0.04 முதல் 3162 சதுர கி.மீ. பரப்பளவிலும், சரணாலயங்கள் 0.61 முதல் 7818 ச.கி.மீ பரப்பளவிலும் அமைந்துள்ளன. 39% சரணாலயங்களும் தேசிய பூங்காக்களும் 100 முதல் 500 ச.கி.மீ பரப்பளவிலும், 24% சரணாலயங்களும், 16% தேசிய பூங்காக்களும் 500 முதல் 1000 ச.கி.மீ. பரப்பளவிலும் அமைந்துள்ளன. மாறாக உயிரியக்கோளக் காப்புப்பகுதியின் பரப்பளவு 5670 ச.கி.மீக்கும் அதிகம்.

(2) சரணாலயங்கள் பொதுவாக விலங்குகளின் சிற்றினம் தொடர்பானவை. (வரகு கோழி, கஸ்தூரிமான் போன்றவை) தேசியப் பூங்காக்கள் ஏதாவது ஒரு வன விலங்கின் வாழிடத்துடன் (சிங்கம், காண்டாமிருகம், புலிகள் போன்றவை) தொடர்புடையவை. ஆனால் உயிரியக் கோளக்காப்புப்பகுதிகள் முழு சூழ்நிலை மண்டலத்தில் உள்ள அனைத்து உயிரியசமுதாயங்களின் கூட்டுத்தொகையுடன் தொடர்புடையவை

(3) சரணாலயங்களிலும் தேசியப் பூங்காக்களிலும் சுற்றுலா அனுமதிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் உயிரியக்கோளகாப்புப் பகுதிகளில் அனுமதி இல்லை.

(4) சரணாயங்களிலும் தேசியப் பூங்காக்களிலும் மனிதர்கள் குடியிருக்க அனுமதி இல்லை. ஆனால் உயிரியக்கோளப் பாதுகாப்புப் பகுதிகளில் சில பழங்குடியினர் வாழ்கின்றனர்.

பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதிகளின் மேலாண்மை:-

சுற்றுச்சூழல் கொள்கைகளின்படி பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதிகளை நிர்வாகம் செய்தல் மிகவும் அவசியம். துரதிர்ஷ்டவசமாக நம்முடைய ஐந்து பாதுகாக்கப்பட்ட

பகுதிகள் அழியும் ஆபத்திலுள்ள பகுதிகளாக அறிவிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை: மனஸ் வன விலங்கு சரணாலயம் (2) கலிரங்கா தேசியப் பூங்கா (3) கீபுல் – லம்ஜாவோ (Keibul – Lamjao) தேசியப் பூங்கா (4) நாராயண் சரோவர் வனவிலங்கு சரணாலயம் (5) அகஸ்தியமலை ஆகியவையாகும். இந்த சரணாலயங்கள் மற்றும் தேசியப் பூங்காக்களின் காட்டுப்பகுதிகளை ஆக்கிரமித்துக் கொண்டதாலும், மதிப்புமிக்க மரங்களை வெட்டித் திருடியதாலும், தொழிற்சாலைச் செயல்பாடுகள் மற்றும் மனிதர்களின் போராட்டங்களாலும் அவை அழியும் நிலைக்கு வந்து விட்டன.

இயற்கைச் சூழலுக்கு அப்பால் பாதுகாத்தல் (Ex – situ conservation):-

இதில் மரபியல் வள மையங்கள், மிருகக் காட்சிச் சாலைகள், தாவரவியல் பூங்காக்கள் போன்ற இடங்களிலோ, அல்லது மரபணுக் குழுமம் (gene pool) அல்லது மீன்களின் பாலணுக்கள் சேமிப்பு (gamete storage), விதை மகரந்தம், விந்து, அண்டசெல் போன்றவற்றைச் சேமித்துவைக்கும் வங்கிகள் போன்றவை மூலமாகவோ மாதிரிஉயிர்த் தொகை இயற்கைச் சூழலுக்கு வெளியே பாதுகாக்கப்படுகிறது. இவ்வகையில் கீழ்க்கண்டவைகள் அடங்கியுள்ளன.

1. மிருகக் காட்சிச் சாலைகள்:-

பொதுமக்கள் பார்வைக்காக வனவிலங்குகளை வைத்துப் பாதுகாக்கப்படும் இடங்கள் மிருகக்காட்சி சாலைகள் எனப்படும். சில மிருகக் காட்சிச் சாலைகளில் அரிய வகை விலங்குகள் உள்ளன. மிருகக்காட்சிசாலைகளில் சில மிருகங்களை இனப்பெருக்கம் செய்யவைப்பதில் வெற்றி பெற்றுள்ளனர். எடுத்துக்காட்டாக ஐரோப்பியக் காட்டெருமை பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பாகவே தம் வாழிடங்களை இழந்துவிட்ட போதிலும் அவை மிருகக்காட்சிச் சாலைகளில் வெற்றிகரமாக வாழ்ந்து வருகின்றன. இந்தியாவில் 15 பெரிய மிருககாட்சிச் சாலைகளும், 17 நடுத்தர மிருகக்காட்சிச் சாலைகளும் பல சிறு மிருகக்காட்சி சாலைகளும் உள்ளன. மத்திய மிருகக்காட்சிச் சாலைகள் ஆணையம் மிருகக்காட்சிச் சாலைகளுக்கு தேவையான நிதி உதவியை செய்கின்றன.

2. தாவரவியல் பூங்காக்கள்:-

அருகிவரும் நிலையில் உள்ள பல தாவரங்கள் தாவரவியல் பூங்காக்களில் வளர்க்கப்பட்டு வருகின்றன. சோஃபோரா டோரோனிரோ (Sophora *toroniro*) இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். BSI (Botanical survey of India) தயாரித்த பசுமைப்புத்தகத்தில் (Green book) மிக அரிதான, அழியக்கூடிய ஆபத்தில் உள்ள 100 சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்கள் வரிசைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

3. விதை வங்கிகள் (Seed banks):-

உயிரினப் பன்மயப்பாதுகாப்பில் விதை வங்கிகள் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. விதைவங்கிகளில் குளிர்பதன முறைகளில் நீண்ட காலம் வரையில் விதைகள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

4. மகரந்தம் சேமிப்பு :-

மரபுவழிப் பன்மயப்பாதுகாப்பில் மகரந்தத்தைச் சேமித்தல் மிக முக்கியமானது. எனினும் விதைகளைப் போல அல்லாமல் மகரந்தங்களைக் குறைந்த காலத்திற்கு மட்டுமே சேமித்து வைக்க முடியும். சில சிற்றினங்களில் அதிகபட்சமாக மூன்று வருடங்கள் வரை சேமித்து வைக்கலாம்.

5. திசு வளர்ப்பு:-

அழிவு நிலையில் உள்ள உயிரிகளைத் திசு வளர்ப்பின் மூலம் பாதுகாக்கலாம். குறைந்த இடம், குறைந்த பராமரிப்புச் செலவு, இயற்கைப் பாதிப்புகளிலிருந்து பாதுகாப்பு போன்றவை இதன் சிறப்பம்சமாகும்.

தேசிய மற்றும் மாநில விலங்குகள் மற்றும் தாவரங்கள்:-

இந்தியப் பாலூட்டிகள், பறவைகள், காட்டுப் பூக்கள் மற்றும் மரங்கள் போன்றவற்றை பாதுகாக்க ஒரு மாநிலத்திற்கு ஒரு விலங்கு, பறவை, மலர் மற்றும் மரம் என்று ஒதுக்கி அது அம்மாநிலத்திற்கான விலங்கு, பறவை, மலர் மற்றும் மரம் என அறிவிக்க வேண்டும் என கோஷு (1986) (Khoshoo) பரிந்துரைத்துள்ளார். அதன்படி விலங்குகளின் பிறப்பு மற்றும் பரவல் போன்றவற்றைப் பொறுத்து 108 உயிரினங்களைக் கொண்ட (27 பாலூட்டிகள், 27 பறவைகள், 27 காட்டு மலர் இனங்கள் மற்றும் 27 மரங்கள்) ஒரு பட்டியல் தயார் செய்யப்பட்டு இந்தியாவின் அன்றைய 27 மாநிலங்களுக்கும் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு இனம் வீதம் ஒதுக்கப்பட்டது. மாநில அரசுகள் சட்டவழிமுறைகள் மூலம் அவற்றைப் பாதுகாக்க நடவடிக்கைகள் எடுக்க வேண்டும். அமெரிக்காவின் 50 மாநிலங்களிலும் ஒரு பறவையும் ஒரு விலங்கும் மாநிலப் பறவையாகவும் மாநில விலங்காகவும் அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தியாவின் தேசியவிலங்காகப் புலியும் தேசியப் பறவையாக மயிலும் அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது.

சுற்றுச்சூழல் அறவியல்
(Environmental Ethics)

Ethics என்னும் சொல் கிரேக்க மொழியின் Ethos என்னும் சொல்லிலிருந்து வந்ததாகும். இச்சொல்லுக்குப் பண்பு அல்லது நடத்தை (Character or behaviour) என்று பொருள். இச்சொல் தனி மனிதன் மற்றும் சமுதாயத்தின் பண்பை நிர்ணயிக்கின்ற, சரி அல்லது தவறு என்பதைப் பிரித்தறியும் திறன், நற்பண்புகள் (Values), நம்பிக்கை மற்றும் செயல்பாடுகளைக் குறிக்கிறது. சரி அல்லது தவறு என்னும் கருத்துருவம் காலப்போக்கில் மாறிவிடுகின்றது. எனினும் உலகம் முழுவதும் ஏற்றுக்கொண்டுள்ள சில நன்னெறி சார்ந்த கொள்கைகள் மனித வரலாற்றின் தொடக்கத்தில் இருந்து மாறாமல் தொடர்ந்து வருகின்றது. நேர்மை, உண்மை, கரிசனம், பரிவு, மனித கண்ணியத்தை மதித்தல், தவறுகளை ஏற்றுக்கொள்ளும் நல்ல திறந்த மனது போன்றவை அவற்றுள் சில. உலகம் முழுவதும் ஏற்றுக்கொண்டுள்ள இந்த அறவியல் பண்புகள் சுற்றுச்சூழல் அறவியல் என்று அழைக்கப்படுகிறது. வழிவழியாக வரும் மரபுசார்ந்த (traditional) அறவியல் மனிதர்களுக்கிடையே உள்ள உறவுகளை மட்டும் சார்ந்திருந்தது. ஆனால் சுற்றுச்சூழல் அறவியல் என்பது மனிதர்களுக்கும் அவனைச்சுற்றியுள்ள உலகத்திற்கும் இடையே உள்ள அறநெறித்தொடர்புகளை சார்ந்துள்ளது. (மில்பிரெத் 1981) (Milbreth 1981).

I. சுற்றுச்சூழல் அறவியலின் அவசியம்:-

உலகம் மூன்றாம் ஆயிரமாண்டில் (third millennium) நுழைந்துவிட்ட இக்காலத்தில் "உடையும் தன்மையுள்ள மற்றும் அழியும் ஆபத்திலுள்ள கிரகம்" என்று பூமியைப்பற்றி செய்திகள் வெளிவரத் துவங்கியுள்ளன. இந்த அடைமொழிகள் நிச்சயமாக மிகைப்படுத்தப்பட்டவையே. ஐந்து பில்லியன் ஆண்டுகளாக பூமியானது எரிநட்சத்திரங்களின் தாக்குதல், காந்தப்புலத்தில் திடீரென ஏற்பட்ட மாற்றங்கள், நிலப்பகுதியின் மறு இணைவு, (realignment) பெரும் பனிப்பாறைகள் உயர்தலும் குறைதலும் போன்ற பல்வேறு இடர்ப்பாடுகளைத் தாங்கி வந்துள்ளது. இந்தக் குழப்பங்களுக்கிடையே மூன்றரை பில்லியன் ஆண்டுகளாக உயிரினங்கள் வாழ்ந்து வருகின்றன. சிற்றினங்கள் (Species) வரலாம் போகலாம். ஆனால் உயிரினங்கள் (life) எந்தத் தடையுமின்றி யுகம்யுகமாக

நிலைத்திருக்கின்றன. பூமியைச் செலுத்தும் சக்தி வாய்ந்த இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் விசைகளை நம்முடைய செயல்பாடுகளால் தகர்க்க இயலாது என்று சில்வர் மற்றும் டிஃப்ரீஸ் (1991) (Silver and Defries) ஆகியோர் குறிப்பிட்டுள்ளனர்.

ஆனால் பூமியின் அமைப்புகளை நம்மால் முழுமையாக ஒடுக்க இயலாது என்றாலும் வளர்ந்து கொண்டே இருக்கும் மக்கள் தொகைப்பெருக்கத்தின் விளைவாக ஏற்படும் மாசுபாடுகள் பூமியைக் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் பாதிக்கின்றன. மனிதனின் செயல்பாடுகளால் உலகச் சுற்றுச்சூழலில் பெரும் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுவருகின்றன. மனிதன் நீண்ட காலமாகத் தனது சுற்றுச்சூழலைப் பாழாக்கி வந்திருந்தாலும் இருபதாம் நூற்றாண்டில், குறிப்பாக கடந்த ஐம்பது ஆண்டுகளாகத்தான் சுற்றுச்சூழல் மாசுபாடு உலக அளவில் பேசப்பட்டுவருகிறது. கடந்த காலத்தில் வளிமண்டலம், பெருங்கடல்கள் மற்றும் உயிரியக்கோளம் (biosphere) போன்றவை பெரும்பாலும் இயற்கைச் சுழற்சியைப் பின்பற்றின. ஆனால் இன்று மனிதனின் செயல்பாடுகளால் ஏற்படும் விளைவுகள் உலகச் சுற்றுச்சூழலில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும் சக்திகளாகச் செயல்படுகின்றன. இதனால் உயிரின வாழ்வு நாளுக்கு நாள் இடர்மிக்கதாக மாறிவருகின்றது. இது சில சிற்றினங்களுக்குப் பேரழிவாகவும் அமைந்துவிட்டது. (கன்னிங்காம் மற்றும் கன்னிங்கா, 2003) (Cunningham & Cunningha).

இந்த அழிவுச் செயல்களை நாம் நிறுத்தியாக வேண்டும். சுற்றுச்சூழல் மற்றும் இயற்கை ஆதாரவளங்களின் மீதான நமது நடவடிக்கைகளை ஒழுங்குபடுத்த நடத்தை நெறிமுறைகளை (Code of conduct) வகுக்க வேண்டும். இதன் மூலம் நம் வாழ்க்கைத்தரத்தை விட்டுக் கொடுக்காமலும் எதிர்கால சந்ததியினர் பாதிக்கப்படாமலும் பார்த்துக்கொள்ளலாம்.

II. சுற்றுச்சூழல் அறவியலை வழிநடத்தும் கொள்கைகள்:-

சில எதிர்ப்புகள் இருந்தாலும் மில்ப்ரெத் (1981) (Millbreth), டேலார்ஸ் (1996) (Delors), ஸ்க்ரேடர் ஃப்ரீக்ட் 1991 (Schrader – Frechte) ஆகியோர் கீழ்க்கண்டவற்றைச் சுற்றுச்சூழல் அறவியலை வழிநடத்தும் கொள்கைகளாக அங்கீகரித்துள்ளனர்.

1. முடிந்தவரை உலகில் உள்ள ஆதார வளங்களின் பரவல் சமநிலையில் இருக்க வேண்டும். உலகின் அனைத்து வளங்களுக்காகப் போட்டியிட அனைவருக்கும் சம வாய்ப்புகள் இருக்க வேண்டும்.

2. தனிமனிதர்களின் உரிமையைவிட, மொத்த உயிரியக்கோளத்தின் நலனுடன் தொடர்புடைய சுற்றுச்சூழல் மற்றும் ஆதாரவளங்களின் "உரிமை" யானது முக்கியத்துவம் உடையது.

III. சுற்றுச்சூழல் அறவியலின் அடிப்படை நெறிகள்:-

தற்போதைய சுற்றுச்சூழல் அறவியல் பற்றிய ஆராச்சிகளின் விளைவாக மனித சமுதாயம், இயற்கை மற்றும் எதிர்காலச் சந்ததிகள் போன்றவற்றின் மீது நிகழ்த்தப்படும் செயல்பாடுகளை ஒழுங்குபடுத்த சில நெறிமுறைகள் ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவையாவன.

1. தனிமனிதர்கள் சமுதாயத்திற்கு ஆற்றவேண்டிய கடமை:-

அறிவும் உணர்வும் உள்ள மனிதர்கள் ஒவ்வொருவருக்கும் சமுதாயத்தின் மீது சில கடமைகள் உள்ளன. ஒருவருக்கு உரிமை உள்ளதென்றால் அவருக்கே கடமையும் உள்ளது. சக குடிமகனுக்கு அல்லது சமுதாயத்திற்கு அல்லது நாட்டுக்குத் தீமை விளைவிக்கும் செயல்பாடுகளிலிருந்து மனிதர்கள் தம்மை விலக்கிக் கொள்ள வேண்டும். தீமையற்ற செயல்பாடுகள்தான் என்றாலும் பலரால் பலமுறை செய்யப்படும் போது அவை ஒன்று சேர்ந்து பெரிய பிரச்சினையாக உருவெடுக்கின்றன. இச்செயல்பாடுகளைத் தடுக்க ஒவ்வொருவரும் தம் பங்குக்கு எடுக்கும் சிறு முயற்சிகள் அனைத்தும் ஒன்றாக இணையும்போது பெரும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, காருக்கு பதிலாக இருசக்கர மோட்டார் வாகனங்களையோ அல்லது மிதிவண்டிகளையோ பயன்படுத்தினால் பசுமை இல்லவாயுக்கள் சுற்றுச்சூழலில் கலப்பதைப் பெருமளவில் குறைக்கலாம். பாலித்தின் மற்றும் பிளாஸ்டிக் பைகளைப் பயன்படுத்துவதைத் தவிர்த்தல், சமையலறைக் கழிவுகளை வீட்டுத்தோட்டத்திற்கு உரமாக பயன்படுத்திக் கொள்ளுதல் போன்றவற்றால் திடக்குப்பைகளின் அளவைக் குறைக்கலாம். சமையலறைக் கழிவுநீரை வீட்டுத்தோட்டத்திற்குப் பயன்படுத்துதல், ஒவ்வொரு நாளும் ஒவ்வொருவரும் ஒன்றிரண்டு வாளிகள் தண்ணீரைச் சேமித்தல் போன்ற செயல்பாடுகளால் பல ஹெக்டேர் நிலங்கள் பாசனவசதியைப் பெறும். காற்றுப்பதனாக்கக்கருவிகளுக்கு (Air conditioner) பதிலாக மின்விசிறிகளைப் பயன்படுத்துவதாலும் மின்சாரத்தைச் சிக்கனமாகப் பயன்படுத்துவதாலும் பல நூறு வீடுகளில் விளக்கேற்றத் தேவையான மின்சாரத்தைச் சேமிக்கலாம்.

2. இயற்கையின் உரிமை:-

சுற்றுச்சூழலும் பூமியின் ஆதாரவளங்களும் மனிதன் தன் விருப்பப்படி பயன்படுத்திக்கொள்ளவும் அல்லது அழிக்கவும் மட்டுமே என்னும் கருத்து தவறு. லட்சக்கணக்காக உயிரினங்களில் மனிதனும் ஒரு உயிரினம் என்னும் யதார்த்தம் தற்போது ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. மனிதர்களின் இன்ப துன்பங்களுக்கு உள்ளார்ந்த முக்கியத்துவம் இருக்கும்போது பிற உயிரிகளுக்கு ஏன் இருக்கக் கூடாது? ஒரு சிற்றினம் அழிந்து போனாலோ அல்லது மழைக்காடுகள் அழிக்கப்பட்டாலோ என்ன? இவை மனிதர்களுக்கு இழப்பு என்பதால் மட்டும் வருந்த வேண்டிய விஷயங்களா? அவை மனிதர்களுக்குப் பயன்தருவதால் மட்டுமல்ல, பிற உயிரினங்களும் மனிதர்களை போல உயிரியக் கோளத்தின் ஒரு பகுதி என்பதால் மனிதர்களைப் போல அனைத்து உயிரினங்களுக்கும் இவ்வுலகில் நிலைத்து வாழும் உரிமையுள்ளது. ஆகவே அவற்றில் மனிதன் ஏகபோக உரிமை காட்டக்கூடாது.

3. எதிர்காலச் சந்ததியினருக்கு நம் கடமைகள்:-

பல அறிவியல் கோட்பாடுகள் எதிர்காலச் சந்ததியினருக்கு முக்கியத்துவம் அளிக்கின்றன. எதிர்காலச் சந்ததியினரின் உறுப்பினர்கள் தற்போது இல்லை என்னும் காரணத்திற்காக அவர்களின் நலனில் குறைந்த அக்கறை கொள்ளக்கூடாது. எதிர்கால சந்ததியினர் வரப்போவது நிச்சயம் என்னும் போது நமது செயல்பாடுகளின் விளைவுகளால் அவர்களின் நலனுக்கு குந்தகம் ஏற்படாமல் பார்த்துக் கொள்வது நமது கடமை. எடுத்துக்காட்டாக, இப்போதைய கதிரியக்கக் கழிவுகள் வரவிருக்கும் சந்ததியினரை பாதிக்கும். மேலும் நாம் தற்போது பின்பற்றும் கொள்கைகளால் எதிர்காலச் சந்ததியின் அளவை நாம் கட்டுப்படுத்தலாம் எனும்போது நிலைமை மேலும் சிக்கலாகிறது. பல சூழலியலாளர்களின் கருத்துப்படி மக்கள்தொகையால் பூமியானது ஏற்கனவே நெருக்கடியில் உள்ளது. எனவே எதிர்காலச் சந்ததியினரின் வாழ்க்கைக்கான பொறுப்பு நமக்கு உள்ளது. அவர்கள் அளவை நாம் கட்டுப்படுத்தினால் உலகத்திலுள்ள ஆதாரவளம் அவர்களின் தேவைக்கதிகமாகவே கிடைக்கும். ஆனால் எதிர்காலச் சந்ததியின் அளவு அதிகரிக்க நாம் அனுமதித்தால் தனிநபருக்குக் கிடைக்கும் ஆதாரவளங்கள் குறைந்து சுற்றுச்சூழல் வாழ்வதற்கு லாயக்கற்றதாகி உயிரினங்கள் பட்டினி மற்றும் பற்றாக்குறையுடன் வாழவேண்டிய துயர நிலைக்குத் தள்ளப்படும் (ஸ்க்ரேடர் – ஃப்ரீக்ட்– 1991) (Schrader – Frechte 1991).

மனிதன் இந்தக் கிரகத்தின் குடியிருப்புப் பாதுகாவலன் (Resident custodian) மட்டுமே. இக்கிரகத்தின் ஆதாரவளங்களைக் கெடுக்கவோ, சுற்றுச்சூழலை மாசுபடுத்தவோ உயிரினச் சுழற்சிகளைத் தகர்க்கவோ மனிதனுக்கு உரிமையில்லை. நம் முன்னோர்கள் நமக்கு விட்டுச்சென்ற ஆதாரவளங்களை நாம் நம் சந்ததியினருக்கு சுத்தமாகவும் பயன்தரும் வகையிலும் விட்டுச்செல்லவேண்டும். ஆல்டோ லியோபோல்ட் (Aldo Leopold – 1949) என்பவரின் "நில அறவியல்" (Land ethics) கருத்துப்படி நுண்ணுயிர்கள், தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் பூமியில் உள்ள பிற பொருட்கள் அனைத்தும் இயற்கை நிலையில் தொடரும் உரிமை அவற்றுக்கு உள்ளது. உயிரியக்கோளம், வளிமண்டலம், நீர் மண்டலம் மற்றும் பாறைக்கோளம் ஆகியவற்றைப் பாதுகாத்துப் பராமரிக்கும் அறவியல் பொறுப்பு மனிதனுக்கு உள்ளது (லியோபோல்டு 1949) (Leopold - 1949).

அறிவியலும் சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகளும்:-

இந்த நூற்றாண்டின் தேசிய மற்றும் சர்வதேசப் பிரச்சினை சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைதான். நாம் ஏற்கனவே வெளியிட்ட பசுமைஇல்லவாயுக்கள் இன்னும் பல நூற்றாண்டுகளுக்கு நிலைத்திருக்கப்போகிறது. காற்றில் கலந்துள்ள குளோரோஃப்ளூரோ கார்பன்கள் ஓஸோன் படலத்தை அழிக்கும் வேலையைப் பல நூற்றாண்டுகளுக்குத் தொடரப்போகிறது. ஏற்கனவே அழிக்கப்பட்ட வெப்பமண்டலக்காடுகளை மீண்டும் உருவாக்கப் பல ஆண்டுகள் ஆகும். மூடுபனி (Fog), புகை–பனி (Smog), அமில மழை, வெப்பமாசுபாடு, ஒலி மாசுபாடு போன்ற பிரச்சினைகள் தற்போது மனிதனை அச்சுறுத்திக்கொண்டிருக்கும் உலகச் சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகளுக்கு முன் சிறியதாகிவிட்டன. (சில்வர் மற்றும் டிஃப்ரீஸ் 1991, மில்லர் 2002) (Silver & Defries 1991 & Miller 1992) தற்போது மனித சமுதாயம் எதிர்நோக்கியுள்ள முக்கியமான சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1. உலகளாவிய தட்வெப்ப நிலை மாற்றம்:-

உலகம் வெப்பமயமாதல் மற்றும் வளிமண்டலத்தின் ஓஸோன் குறைதல்.

2. உயிரியல் வளங்கள் குறைதல்:-

வனவிலங்குகள் மற்றும் காடுகள் அழிதல்.

3. செழிப்பான நிலங்களும் நன்னீர் ஆதாரவளங்களும் குறைந்து வருவதால் எதிர்காலத்தில் உணவு கிடைக்கும் என்ற உத்தரவாதத்திற்கு ஏற்பட்டுள்ள அச்சுறுத்தல்.

மக்கள் தொகைப்பெருக்கம், பொருளாதார வளர்ச்சி அதன் மூலம் வளர்ந்துள்ள தொழிற்சாலைகள் மற்றும் மனித ஆற்றல் போன்றவற்றால் உலகச்சுற்றுச்சூழலில் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஆண்டுக்கு 90 மில்லியன் என்ற அளவில் வளர்ந்துவரும் மக்கள் தொகை இந்த நூற்றண்டின் கடைசியில் 10 பில்லியனை எட்டிவிடும் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. மக்கள் தொகை அதிகரிப்பதுடன் மனிதர்களின் வாழ்க்கைத் தரமும் அதிகரித்துள்ளதால் புதைபடிவ எரிபொருளின் உபயோகமும் அதிகரிக்கிறது. இந்த முன்னேற்றங்கள் மனிதனுக்குப் பெருமளவில் பயனளித்தாலும் சுற்றுச்சூழலை மாசுபடுத்தி மண், காடுகள், உயிரினப்பன்மயம் (biodiversity) மனிதர்கள் சார்ந்திருக்கும் நன்னீர் போன்றவற்றை அழிக்கின்றன. உலக மக்கள் தொகையில் கால் பங்கு வளர்ந்த நாடுகளில் உள்ளனர். இவர்கள் உலக வளத்தின் எண்பது சதவிதத்தைத் தங்கள் கட்டுப்பாட்டில் வைத்துக்கொண்டு இயற்கை ஆதாரவளங்களைப் பயன்படுத்திவருவதால் உலக அளவில் பெருமளவு கழிவுகளை உருவாக்குகின்றனர். மீதி முக்கால்பங்கு மக்கள்வாழும் வளரும் நாடுகள் உலகின் கால்பங்கு வளத்தை மட்டுமே பயன்படுத்துகின்றனர். இவர்களும் சுற்றுச்சூழலை சிதைத்து இயற்கை வளங்களை அழித்துவருகின்றனர். இங்கும் காடுகள் அழிக்கப்படுகின்றன மற்றும் உயிரியபன்மயம் வேகமாகக் குறைந்து வருகின்றது. ஒவ்வொரு ஆண்டும் செழுமையான விவசாய நிலங்கள் இழக்கப்படுகின்றன.

ஏற்கனவே நாம் குறிப்பிட்ட மூன்று முக்கியமான பிரச்சினைகளும் பல மில்லியன் ஆண்டுகளாக உருவான பூமியின் இயற்கை அமைப்பைத் தகர்க்கும் அளவுக்குச் சக்தியும் வேகமும் கொண்ட பிரச்சினைகளாக இன்று உருவெடுத்துள்ளன. நாம் ஒவ்வொருவரும் ஒவ்வொரு வகையில் இப்பிரச்சினைக்குக் காரணமாவோம். (மில்பிரெத் 1989, கன்னிங்காம் & கன்னிங்காம் 2003) (Milbreth 1989, Cunningham & Cunningham-2003)

1. ஒரு காரை ஓட்டும் போதும், ஒரு மரத்தை வெட்டும் போதும் பயிர்களை வளர்க்க அதிக உரங்களைப் பயன்படுத்தும்போதும் பூச்சிகளைக் கொல்ல பூச்சிமருந்துகளைத் தூவும்போதும் உலகச்சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைக்கு நம் பங்கையும் சேர்க்கிறோம்.

2. நம் வீடுகளைத் தந்தம், உரோமம் போன்றவற்றால் அலங்கரிப்பதால் இவற்றை விற்கும் சந்தைகளும் கள்ளச் சந்தைகளும் உருவாகின்றன. வனவிலங்குகளையும் உயிரினப் பன்மயத்தையும் பாதுகாக்க நாம் எடுக்கும் முயற்சிகள் விலங்குத்திருடர்கள் (Poachers), மரம் திருடுவோர் போன்றவர்களால் முறியடிக்கப்படுகின்றன. இவற்றை வாங்குவோர் இல்லையெனில் இத்தொழில் நிறுத்தப்பட்டு பல உயிரினங்கள் காப்பாற்றப்படும்.

3. வீடுகள் மற்றும் தொழிற்சாலைகளில் இருந்து வெளிவரும் புகை, தேவையற்ற வாயுக்கள் போன்றவை விலங்குகளையும் தாவரங்களையும் பாதிக்கின்றன.

4. தாவரங்கள், பயிர்கள், புற்கள் மற்றும் மரங்கள் போன்ற தாவரப்போர்வையானது நிலத்தின் மீது நுரைப்பஞ்சு (Sponge) போலச் செயல்பட்டு மழைநீரைப் பிடித்து வைத்துக்கொள்கின்றன. தாவரப் போர்வை இல்லாத நிலத்தில் பெய்யும் மழைநீர் வேகமாக ஓடிக் கடலில் கலந்துவிடும். நிலத்தினுள் மழைநீர் இறங்காத காரணத்தால் நிலத்தடி நீர் கீழிறங்கி அப்பகுதி பாலைவனமாகிறது.

5. பயிர்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் உரங்களால் வடிகால் வசதி குறைந்த நிலங்களில் உப்புக்கள் தேங்கி உப்புத்தன்மையும் காரத்தன்மையும் அதிகரிக்கிறது. மரங்கள் நிறைந்த பகுதிகளுக்கிடையே பயிர்களை வளர்த்தால் மண்ணில் நீர் அதிகம் இருத்திவைக்கப்பட்டு அப்பகுதி ஈரத்தன்மையுடன் பயிர்களுக்கு உகந்ததாக காணப்படும். எனவே பாசனத்திற்குக் குறைந்த அளவு நீரைப் பயன்படுத்தினால் போதுமானது.

மக்களின் செயல்பாடுகளால்தான் சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகள் ஏற்படுகின்றன என்பதை மக்கள் உணர்ந்தால் அவர்களில் சிலராவது அச்செயல்பாடுகளைக் குறைத்துக்கொள்ள முயற்சி செய்வார்கள். இவ்வாறு பலரும் சிறிய கட்டுப்பாடுகளை மேற்கொண்டால் சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகளைத் தீர்க்க பெரும் உதவியாக இருக்கும். நமது பூமியை பாதுகாக்கக் நாம் நமது பொதுக்கருத்துகள் சார்ந்த சுற்றுச்சூழலை (Conceptional environment) மாற்றி அமைக்க வேண்டும். இவ்வாறு மாற்றியமைப்பதில் அறவியல் முக்கியப் பங்குவகிக்கிறது. ஏனெனில் மக்கள் எடுக்கும் முடிவை நிர்ணயிக்க அறவியல் உதவுகிறது. அறவியல் தான் ஒரு மனிதனின் செயல்பாடுகளை நிர்ணயிக்கிறது. இதன் காரணமாகவே மோசமான சுற்றுச்சூழல் மாசுபாடு 'மனத்தின் மாசுபாடு'

(Pollution of mind) என்றும் உலகத்திலுள்ள அரிய ஆதாரவளங்கள் நன்றாக ஆராய்ந்து கவனமாகத் திட்டமிடப்பட்ட அறவியல் கொள்கைகள் என்றும் கருதப்படுகிறது (ஃப்ராங்கீனா 1979) (Frankena 1979).

மக்களைக் கட்டாயப்படுத்தாமல் அவர்களை மென்மையாக இணங்கவைத்து அல்லது அவர்களின் மனசாட்சியைத் தூண்டி, "வளர்ச்சி அழிவைத்தருவது என்பது மட்டுமல்ல வளர்ச்சியின்மையும்கூட இயற்கை வளங்கையையும் சுற்றுச்சூழலையும் அழிக்கும்" என்பதை மக்கள் உணரவைக்கலாம். சிறிய கட்டுப்பாடுகளும் சுற்றுச்சூழல் இணக்கமுடைய (ecofriently) தொழில்நுட்பங்களைப் பயன்படுத்துதலுமே இன்றைய அவசியமாகும். வளர்ந்த நாடுகள் இதுவரை பின்பற்றி வந்துள்ள வளர்ச்சி முறைகள் எதுவுமே சுற்றுச்சூழல் இணக்கத்துடன் இருந்ததில்லை என்பதால் அவை ஏற்கத்தக்கவை அல்ல. ஒவ்வொரு துறையிலும் நாம் இந்த பழைய முறைகளை ஒதுக்கிவிட்டு அறிவுசார்ந்த மற்றும் சிறந்த அறவழிமுறைகளைப் தேர்ந்தெடுத்துப் பயன்பெறவேண்டும். மனிதர்கள் அனைவரும் சமம் என்றால், அனைவருக்கும் உலகிலுள்ள இயற்கை வளங்கள், வாய்ப்புகள் மற்றும் சட்டப்பூர்வமான வாழ்க்கைத் தரம் ஆகியவற்றில் நியாயமான பங்கு கிடைக்கவேண்டும். தனி மனிதனின் மனமாற்றம் மற்றும் அறவியல் மட்டுமே பொதுமக்களின் கருத்தில் மாற்றங்களைக் கொண்டுவர இயலும். இவ்வாறு கொண்டு வரப்பட்ட மாற்றங்கள் காலப்போக்கில் கொள்கையாக மாறும். இக்கொள்கைகள் உலகின் சிறந்த தொழில்நுட்பங்களின் மூலம் செயல்படுத்தப்படும். சுற்றுச்சூழல், வனவிலங்குகள் மற்றும் இயற்கைவளங்கள் போன்றவற்றை வேகமாக அழித்தால் அது மீண்டும் பாடங்கற்க வேண்டிய பெரும் சுமையை மனித இனத்தின் மீது சுமத்திவிடும். (டாக்டர் கரன்சிங் 2004). எனவே ஆழ்ந்து சிந்தித்துத் தொலைநோக்குடன் முடிவை எடுக்கவேண்டியது அவசியம்.

திடக்கழிவுகளின் மேலாண்மை

திடக்கழிவுகளில் வீட்டுக்கழிவுகள், நகராட்சிக் கழிவுகள், தொழிற்சாலைக் கழிவுகள், விவசாயக்கழிவுகள், மருத்துவமனைக் கழிவுகள், சுரங்கம் மற்றும் கழிவுநீர்க்கசடுகள் போன்றவை அடங்கும். நுண்ணுயிர்கள் மூலம் சிதையக்கூடியக் கழிவுகள் உயிரியச்சிதைவடையக்கூடியக்கழிவுகள் எனப்படும். பாலிஎத்திலீன் பைகள், கழிப்பு உலோகங்கள் (Scrap metals) கண்ணாடி புட்டிகள் போன்றவை உயிரியவழிச்சிதைவடையாக் கழிவுகள் எனப்படும். இவை நுண்ணுயிர்களால் அழிக்கப்படுவதில்லை.

உயிரியவழிச்சிதைவடையாக்கழிவுகளால் ஏற்படும் பிரச்சினைகள்:-

பாலிமர்கள், பிளாஸ்டிக்குகள், பிளாஸ்டிசைசர்கள் மற்றும் இவை போன்ற பிறக்கழிவுப்பொருட்கள் சுற்றுச்சூழலில் நிலைத்து பல பிரச்சினைகளை ஏற்படுத்துகின்றன. ஒன்று, இரண்டு அல்லது சில சிறுமூலக்கூறுகளைக் கொண்ட அலகுகள் மீண்டும் மீண்டும் ஒன்றாக இணைந்து பெரிய சிக்கலான மூலக்கூறுகளாக உருவாகின்றன. இவற்றால் ஏற்படும் பிரச்சினைகள் பின்வருமாறு:-

1. பெரும்பாலான திடக்கழிவுகள் சுற்றுச்சூழலில் நீண்ட காலம் நிலைத்திருக்கின்றன. மண்ணின் ஆழத்தில் புதைத்தாலும் 20 முதல் 30 ஆண்டுகள் வரையிலும்கூட இப்பொருட்கள் சிதைவடையாமல் உள்ளன. செயற்கைரெசின் மற்றும் பாலிமர் தொழில்நுட்பங்களின் அபார வளர்ச்சியால் இப்பொருட்களின் கழிவுகள் வேகமாக குவிந்து வருகின்றன.

2. பெரும்பாலான செயற்கைப் பாலிமர்கள் அதிகவேதிவினைத் தன்மைக் கொண்ட நச்சு தனிமூலக்கூறுகளால் (Monomer) ஆனவை. (எ.கா. நைட்ரஜன் மஸ்டர்டு, ஈப்பாக்ஸி, எத்திலீன், இமைன் தொகுதிகள் போன்றவை). இப்பொருட்கள் சாதாரணமாகத் தீமையற்றவை என்றாலும் அவற்றின் உற்பத்தியில் சேர்க்கப்படும் தீங்குவிளைவிக்கும் தனிமூலக்கூறுகள் மற்றும் கிரியாஊக்கிகளின் எச்சங்கள் இவற்றில் இருப்பதற்கான வாய்ப்புகள் மிகவும் அதிகம். மேலும் இவற்றை உற்பத்தி செய்யும்போது உருவாகும் புகையும் நச்சுத்தன்மை உடையவை.

3. பல செயற்கைப் பாலிமர்கள் மற்றும் பிளாஸ்டிக்குகளில் பிளாஸ்டிசைசர்கள் உள்ளன. இவையே அப்பொருட்களுக்கு நெகிழும் தன்மையையும் வார்ப்பிடக்கூடியத் (Mouldability) தன்மையையும் அளிக்கின்றன. டை–2–ஈத்தைல் ஹெக்ஸைல் தாலேட் மற்றும் டை–ஈ- பியூட்டைல் தாலேட் போன்ற தாலேட் எஸ்டர்கள் முக்கியமான பிளாஸ்டிசைசர்கள் ஆகும். இப்பொருட்களுக்கு புற்று நோயூக்கும் பண்புகள் இருப்பதும் உறுதி செய்யப்பட்டுள்ளது. இவைச் சுற்றுச்சூழலில் நிலைத்திருப்பதால் உணவுச்சங்கிலியின் அனைத்து மட்டத்திலும் கலந்துவிடும் வாய்ப்புகள் உள்ளன.

4. சரியாக சிதைக்கப்படாத அல்லது சிதைக்கப்படாத திடக்கழிவுகள் வழியாக ஓடிவரும் நீர் அக்கழிவுகளில் இருந்து பல தீமைசெய்யும் பொருட்கள், கரிமக்கழிவுகள் போன்றவற்றைக் கரைத்துக் கொண்டுவருகின்றன. இவை திடக்கழிவுக் கரைசல் (leachates) எனப்படும். இந்த நீரானது நீர்நிலைகளை மாசுபடுத்துவதோடன்றி மண்ணில் இறங்கி நிலத்தடி நீரை மாசுபடுத்துவதால் கிணறுகள், குழாய்க் கிணறுகள் மற்றும் கைப்பம்புகள் போன்றவற்றைப் பயனற்றதாக்குகிறது.

திடக்கழிவுகளின் மேலாண்மை:-

திடக்கழிவுகளால் ஏற்படும் பிரச்சினைகளை இரண்டு உத்திகள் மூலம் தீர்க்கலாம். முதலாவதாக திடக்கழிவுக்கரைசலின் உற்பத்தியைத் தடுத்தல் அல்லது குறைத்தல். இரண்டாவதாக திடக்கழிவுகளையும் குப்பைகளையும் பாதுகாப்பாக, துரிதமாக மற்றும் சிக்கனமாக அழிக்க வழிமுறைகளை மேற்கொள்ளுதல்.

1. திடக்கழிவுக் கரைசல் பிரச்சினையைக் கையாளுதல்:-

திடக்கழிவுகளால் உருவாகும் பிரச்சினைகளில் முக்கியமானது குப்பைகள் கொட்டப்படும் இடத்திலிருந்து பரவும் துர்நாற்றமும் திடக்கழிவுக்கரைசல்களால் நிலத்தடிநீர் ஆதாரங்கள் பாதிக்கப்படுவதுமாகும். திடக்கழிவுகளைக் கொட்டும் இடத்தைச் சுற்றியும் தரையிலும் பிளாஸ்டிக் அல்லது கான்க்ரீட் சுவர் மற்றும் தரையை அமைத்தால் திடக்கழிவுக்கரைசல்கள் நிலத்தடிநீரில் கலப்பதைத் தடுக்கலாம். மேலும் அவ்வப்போது திடக்கழிவுக்கரைசல்களை சேகரித்துத் தகுந்த முறையில்

சுத்திகரித்துக் கொள்ளலாம். பிறகு மீதியுள்ள திடக்கழிவுகளை மெல்லிய அடுக்காகப் பரப்பி புல்டோசரைக் கொண்டு கெட்டிப்படுத்தியபின் அதன் மேல் மண்ணைத் தூவ வேண்டும். இதைப்போல திடக்கழிவு மற்றும் மண் என்று மாறி மாறி அடுக்கி நீர் வற்றிப் போன சிறிய நீர்நிலைகளை மீண்டும் பயன்படுத்தக்கூடிய மைதானமாகப் மாற்றலாம். திடக்கழிவுகள் உருவாக்கும் திடக்கழிவுக் கரைசல்கள் இறுக்கமான அடுக்கமைவின் காரணமாக அந்தந்த அடுக்குகளிலேயேத் தங்கிவிடுகின்றன. காலப்போக்கில் குப்பைகள் தாமாக சிதைக்கப்பட்டுவிடுகின்றன.

2. உயிரியவழிச் சிதைவடையாக்கழிவுகளை அழித்தல்:-

உயிரியவழிச் சிதைவடையாக் கழிவுகளைப் பாதுகாப்பாகவும் சீக்கிரமாகவும் சிக்கனமாகவும் அகற்றுதல் இன்றைய முக்கியமானத் தேவையாகும். சகிக்க முடியாத துர்நாற்றத்தை உருவாக்கும் குப்பைமேடுகளின் அளவைக் குறைத்து திடக்கழிவுகளை அகற்ற வேண்டும். இதனைக் கீழ்க்கண்ட முறைகளில் செய்யலாம்.

அ. கழிவுகளைச் சாம்பலாக்குதல் (Incineration of wastes):-

குப்பைகளை 200°C வெப்பநிலையில் எரித்துச் சாம்பலாக்குதல் இதில் அடங்கும். இதனால் உருவாகும் வெப்பசக்தியைப் வேறு வழிகளில் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். எனினும் திடக்கழிவுகளை எரிப்பதால் புகை மற்றும் தீங்கு செய்யும் வாயுக்களான ஹைடிரஜன் பெராக்ஸைடு, கார்பன் டை ஆக்ஸைடு, கார்பன்மோனாக்ஸைடு, சல்பர்டையாக்ஸைடு, பல ஹைடிரோகார்பன்கள் மற்றும் பல நச்சுப்புகைகள் போன்றவை வளிமண்டலத்தில் பரவி காற்று மாசுபாட்டை ஏற்படுத்துகின்றன. மேலும் சாம்பலாக்கப்படவேண்டிய கழிவுகளில் போதுமான அளவு எரிகின்ற பொருட்கள் இருக்க வேண்டும். ஆனால் இந்தியப் பெருநகரங்களில் சேரும் குப்பைகளில் உள்ள காகிதங்கள், பிளாஸ்டிக், ரப்பர் மற்றும் பாலித்தீன் போன்றவைக் குப்பைப் பொறுக்குவோரால் சேகரிக்கப்பட்டுவிடுவதால் இக்கழிவுகளில் குறைந்த அளவு கலோரிகள் மட்டுமே உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக டெல்லியில் சேரும் குப்பைகளில் 600 – 800 கலோரிகள் / கி.கி மட்டுமே கிடைக்கின்றன. ஆனால் இந்தியாவில் உள்ள சாம்பலாக்கும்கருவிகள் (incinerator) ஒரு கிலோகிராம் குப்பையில் இருந்து 1500 கலோரிகள் உற்பத்தி செய்யும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஆ) தழற்பகுப்பு மற்றும் திடக்கழிவுகளின் பளிங்காக்கம்

(Pyrolysis and Vitrification of solid wastes):-

திடக்கழிவுகளை ஆக்ஸிஜனற்ற நிலையில் 600–800°C வரை வெப்பப்படுத்தும்போது அவை எரிவதற்கு பதிலாக உட்கனன்று (smolders) கொண்டேயிருக்கின்றன. இது தழற்சிதைவு அல்லது தழற்பகுப்பு எனப்படும். தழற்சிதைவின் முடிவில் திடக்கழிவுகள் நிலக்கரி போன்று மாற்றப்படும். இவற்றை மீண்டும் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தலாம். இதனை எரிப்பதால் நச்சு வாயுக்கள் ஏதும் உற்பத்தியாவதில்லை. தழற்பகுப்பிற்கு வெப்பம் தேவைப்படுவதால் இது செலவு மிகுந்தது.

பொதுவாக பளிங்காக்கம் கழிவுப் பொருட்கள் குவிந்துள்ள இடத்திலேயே செய்யப்படுகின்றன. திடக்கழிவுக் குவியலினுள் இரண்டு எலக்ட்ரோடுகள் செருகப்பட்டு சக்திவாய்ந்த மின்சாரம் செலுத்தப்படுகின்றது. இதனால் உருவாகும் வெப்பத்தில் மண், கண்ணாடி, பிளாஸ்டிக் பொருட்கள் மற்றும் பிற பொருட்கள் உருகி இளகி கண்ணாடி போன்ற பொருளாக மாறும். இதில் இருந்து ஏற்படும் திடக்கழிவுக் கரைசல் மிகவும் குறைவு என்பதாலும் வேறு எந்த தீங்கும் விளைவிக்காது என்பதாலும் அக்கரைசலை எங்குவேண்டுமானாலும் விட்டுவிடலாம். இச்செயல்பாடுகள் அனைத்திற்கும் பெரும் முதலீடுகளும் சிறந்த தொழில்நுட்ப திறமையும் அவசியம்.

3. நுண்ணுயிர்கள் மூலம் சிதைத்தல்:-

உயிரியவழிச் சிதைவுறும் கழிவுகளை இம்முறையில் சிதைக்கலாம். பிளாஸ்டிக்குகள், பாலிமர்கள் மற்றும் பல பிளாஸ்டிசைசர்கள் போன்ற செயற்கைப் பொருட்களைச் சிதைக்கும் நொதிகள் நுண்ணுயிர்களில் இல்லை. உயிர்த்தொழில்நுட்பவியல் துறையினரின் சமீபத்திய முயற்சிகளால் மரபியல் மாற்றம் செய்யப்பட்டுள்ள நுண்ணுயிர்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டுள்ளன. இவை உயிரியவழிச்சிதைவடையாப் பொருட்கள் என்று கருதப்பட்ட பல கரிமங்களைச் சிதைக்கின்றன. அமெரிக்க வாழ் இந்திய விஞ்ஞானி A.N. சக்கரவர்த்தி மரபியல் மாற்றம் செய்யப்பட்ட சூடாமோனாஸ் பாக்டீரியாவைக் கண்டுபிடித்துள்ளார். மேலும் மரபியல்தொழில்நுட்பம் மூலம் உயிரியவழிச் சிதையும் பிளாஸ்டிக் மற்றும் பாலிமர்களைக் கண்டுபிடிக்கும் முயற்சிகளும் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன.

வகைப்பிரித்தலும் மீள்சுழற்சி செய்தலும்:-

சிதைவடையாத பொருட்களை மீள்சுழற்சி செய்து மீண்டும் பயன்படுத்துதல் சிறந்த தீர்வாகும். மீண்டும் பயன்படுத்தக்கூடிய பொருட்களை கழிவுக்குவியலில் இருந்து பிரித்தெடுத்தல் இதன் முதல் படியாகும். உலோகத்துண்டுகள், கண்ணாடி, ரப்பர் மற்றும் பல்வேறுவகைப் பிளாஸ்டிக்குகள் போன்றவை பிரித்தெடுக்கப்பட்டு மீள்சுழற்சியில் ஈடுபடுத்தப்படுகின்றன. எனினும் மீள்சுழற்சிசெய்து உருவாக்கப்பட்ட பொருட்கள் மூலப்பொருட்களின் (Original) தரத்தை ஒத்திருப்பதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக மீள்சுழற்சி செய்யப்பட்ட காகிதம் தரம் குறைந்ததாக இருப்பதால் அவை கட்டுப்பொருட்களாகவும் தாளட்டைகளாகவும் நெளிவு அட்டைப்பலகைகளாகவும் பயன்படுகின்றன. ஆனால் தயாரிப்புத் தொழில் முறையை மேம்படுத்தினால் நல்ல தரமான காகிதத்தைத் தயாரிக்கலாம். இதைப்போல பாலிவினைல்குளோரைடை மீள்சுழற்சிசெய்து உருவாக்கப்படும் பொருட்கள் தரம் குறைந்தவையாக உள்ளன. மெல்லிய பாலித்தீன் பைகள், பிளாஸ்டிக் வாளிகள் மற்றும் கொள்கலன்கள் போன்றவற்றை மீள்சுழற்சி செய்து உருவாக்கப்படும் பொருட்கள் எளிதில் உடையும் தன்மையுடையவையாக இருப்பதால் சீக்கிரத்திலேயே பயனற்று வீசிஎறியப்படும். எனவே பிளாஸ்டிக்கினால் ஏற்படும் பிரச்சினையானது தீர்க்கப்படுவதில்லை. தள்ளிப்போடப்படுகிறது. ஆனால் இதற்கானத் தீர்வு ஒத்தியல்வாக்கம் மூலக்கூறுகளில் உள்ளது. ஒத்தியல்வாக்கம் (Compatibilizer) மூலக்கூறுகள் பிளாஸ்டிக் மூலக்கூறுகளுடன் ஒட்டிக்கொண்டு மீள்சுழற்சி செய்யப்பட்ட பிளாஸ்டிக்கை உறுதியாகவும் நீடித்து உழைக்கும்படியாகவும் பளபளப்பாகவும் மூலப்பொருளின் தரத்தினை ஒத்திருக்கும்படியும் செய்கிறது. ஒளி ஊடுருவும் பிளாஸ்டிக் பாட்டில்களில் பாலிஎத்திலீன்டெட்ராதாலேட் (PET) என்னும் வேதிப்பொருள் உள்ளது. இதற்கு கழிவுப்பொருட்களில் உள்ள நச்சுக்களை ஏற்றுக்கொள்ளும் திறன் உண்டு. இந்நச்சுக்களைக் கொண்ட PET பாட்டில்களை மீள்சுழற்சி செய்து உருவாக்கிய புது பிளாஸ்டிக்கில் அவை நிலைத்திருக்கும். இதனைப் பயன்படுத்தும்போது ஏற்கனவே இப்பொருட்களில் உள்ளடங்கியுள்ள நச்சுக்கள் இந்த மீள்சுழற்சிப் பிளாஸ்டிக் பொருட்களில் அடைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளப் பொருட்களில் மெதுவாக இறங்குகின்றன. எனவே மீள்சுழற்சி செய்யப்பட்ட பிளாஸ்டிக் பொருட்களை பயன்படுத்துவதில் கவனம் தேவை.

அத்தியாயம் – 8

சுற்றுச்சூழல் கல்வி
(Environmental Education)

முன்னுரை:-

1971ம் ஆண்டு ஃபோரெக்ஸில் நடந்த கலந்தாய்வுகூட்டம் மற்றும் 1972ம் ஆண்டு ஸ்டாக்ஹோமில் நடந்த மனித சுற்றுச்சூழல் பற்றிய ஐக்கிய நாடுகள் மாநாடு ஆகியவற்றிற்குப் பிறகு பல தேசிய மற்றும் சர்வதேசக் கருத்தரங்குகள் (Seminars), பயிலரங்கங்கள் (workshop) மற்றும் மாநாடுகளில் சுற்றுச்சூழல் கல்வி பற்றி நன்றாக விவாதிக்கப்பட்டுள்ளது. ஸ்டாக்ஹோம் மாநாட்டின் விளைவாக ஐக்கிய நாடுகளின் சுற்றுச்சூழல் திட்டம் (United Nation Environment programme – UNEP) கொண்டுவரப்பட்டது.

1979ம் ஆண்டு புதுடெல்லியில் உள்ள இந்திய தேசிய அறிவியல் கழகத்தில் (National science Academy) இந்தியச் சுற்றுச்சூழல் குழுமியம் (Indian Environmental society) நடத்திய தேசியக் கருத்தரங்கில் காந்தியச் சிந்தனைகளையும் அதன் மதிப்புமிகு தன்மையையும் சுற்றுச்சூழல்கல்வியுடன் இணைக்க வேண்டும் என்றும் வலியுறுத்தப்பட்டது.

1980ம் ஆண்டு புதுடில்லியில் நடந்த சுற்றுச்சூழல் கல்வி பற்றிய முதல் சர்வதேச மாநாட்டில் அன்றைய பிரதமர் திருமதி. இந்திராகாந்தி அவர்கள் மக்களிடையே சமூக பிரக்ஞையை (Social consciousness) ஏற்படுத்தவும் சுற்றுச்சூழல் சீர்கேடு தனி மனித நலனை மட்டுமின்றி ஒட்டுமொத்தச் சமுதாயத்தின் நலனையும் பாதிக்கும் என்பதை சமுதாயத்திற்கு உணரவைக்கவும் சுற்றுச்சூழல் கல்வி உதவ வேண்டும் என்று அறிவித்தார். 1985ம் ஆண்டு சுற்றுச்சூழல் கல்வி குறித்த இரண்டாவது மாநாடு நடைபெற்றது.

சுற்றுச்சூழல் கல்வியின் இலக்கு (Goals of Environmental Education):-

தனிமனிதர்களும் சமுதாய அமைப்புகளும் சுற்றுச்சூழல் குறித்த விழிப்புணர்வு, அறிவு, நுண்திறம், ஆற்றல் போன்றவற்றை வளர்த்துக்கொள்ளுதல் மற்றும் சுற்றுச்சூழலில் எழும் சிக்கல்களைத் தீர்ப்பதில் பங்கேற்றல் ஆகியவை

சுற்றுச்சூழல் கல்வியின் முக்கியமான நோக்கங்கள் ஆகும். இது குறித்த தொலைநோக்குப் பார்வை ஒருங்கிணைந்ததாகவும் பல்துறை சார்ந்ததாகவும் (interdisciplinary) மற்றும் முழுமையானதாகவும் இருக்க வேண்டும். கிராமங்கள், பழங்குடிப் பகுதிகள், குடிசைப்பகுதிகள், நகர்ப்புறங்கள், பள்ளிகள், கல்லூரிகள், பல்கலைக்கழகங்கள், ஆசிரியர்கள், திட்டம் தீட்டுவோர், கொள்கைமுடிவு எடுப்போர், திட்டத்தைச் செயல்படுத்துவோர் மற்றும் கிராமப்புற வளர்ச்சிப் பணியாளர்கள் ஆகியோருக்கு சுற்றுச்சூழல் கல்வி அளித்தல் அவசியம். சுற்றுச்சூழல் பற்றிய புதிய பாடத்திட்டங்களை அறிமுகப்படுத்துவதைவிட அனைத்துப் பாடத்திட்டத்திலும் அதனைக் கொண்டுவருதல் வேண்டும்.

சுற்றுச்சூழல் கல்வியின் நோக்கம் (Objective of Environmental Education):-

1. விழிப்புணர்வு (Awareness):-

சுற்றுச்சூழல் மற்றும் அது தொடர்பான சிக்கல்கள் போன்றவை பற்றிய விழிப்புணர்வையும் அதனைக் கூர்ந்து அறியும் திறனையும் பெறுதல்.

2. சுற்றுச்சூழல் அறிவு (Knowledge):-

சுற்றுச்சூழலையும் அதனுடன் தொடர்புடைய பிரச்சினைகளையும் புரிந்து கொள்ளுதல் மற்றும் பல்வேறு வகையான அனுபவங்களையும் பெறுதல்.

3. மனப்பான்மை (Attitude):-

சுற்றுச்சூழல் மீது அக்கறை கொள்ளும் மனப்பான்மையை ஏற்படுத்திக்கொள்ளுதல் மற்றும் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு மற்றும் மேம்பாட்டில் பங்கெடுத்துக்கொள்ளத் தூண்டுதல்.

4. நுண்திறம் (Skills) :-

சுற்றுச்சூழல் சிக்கல்களைக் கண்டறியவும் தீர்க்கவும் தேவையான நுண்திறனைப் பெறுதல்.

5. மதிப்பிடுகைத் திறன்:-

சூழியல், பொருளாதார, சமூக மற்றும் கல்வி ஆகியவை சார்ந்த கல்வித்திட்டங்களையும் சுற்றுச்சூழல் நடவடிக்கைகளையும் மதிப்பிடுதல்.

6. பங்கேற்பு:-

சுற்றுச்சூழல் சிக்கல்களைத் தீர்க்கும் செயல்பாடுகளின் அனைத்து அளவிலும் பங்கேற்க வாய்ப்பளித்தல்.

வழிநடத்தும் கொள்கைகள்(Guiding principles):-

1. இயற்கை, செயற்கை, தொழில்நுட்பம், சமுதாயம், பொருளாதாரம், அரசியல், பண்பாடு, வரலாறு போன்ற அனைத்தும் சேர்ந்தது சுற்றுச்சூழல் என்று கருதுதல்.

2. சுற்றுச்சூழலைத் தொடர்ச்சியான வாழ்க்கைமுறையாக கருதுதல்.

3. பல்துறை சேர்ந்த அணுகுமுறையை (interdisciplinary approach) மேற்கொள்ளுதல்.

4. சுற்றுச்சூழல் சிக்கல்களைத் தடுக்கவும், தீர்க்கவும் தீவிர பங்கேற்பை வலியுறுத்துதல்.

5. உள்ளூர், வட்டாரம், தேசிய மற்றும் சர்வதேச கண்ணோட்டத்தில் சுற்றுச்சூழல் சிக்கல்களை பரிசோதித்தல்.

6. தற்போதையச் சுற்றுச்சூழல் நிலைமை மீது கவனம் செலுத்துதல்.

7. வளர்ச்சி மற்றும் மேம்பாட்டுத்திட்டங்களைச் சுற்றுச்சூழலைக் கருத்தில் கொண்டு தயாரித்தல்.

8. சிக்கலான சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கும் திறன் மற்றும் திறனாய்வு சிந்தனை (critical thinking) ஆகியவற்றின் தேவையை வலியுறுத்துதல்.

9. சுற்றுச்சூழல் சிக்கல்களைத் தடுப்பதிலும் தீர்ப்பதிலும் உள்ளூர், உள்நாடு மற்றும் வெளிநாடுகளின் ஒத்துழைப்பின் அவசியத்தை ஊக்குவித்தல்.

10. சுற்றுச்சூழல் கல்வியை போதிக்கவும் கற்கவும் பல்வேறு அணுகுமுறையை கையாளுதல்.

11. சுற்றுச்சூழல் சிக்கல்களின் அறிகுறிகளையும் அவற்றின் காரணத்தையும் கண்டறிய கற்போருக்கு (learners) உதவுதல்.

12. சுற்றுச்சூழலை கூர்ந்து உணரும் திறன், அறிவு, சிக்கல், தீர்வு ஆகியவற்றை அனைத்து மட்டத்திலும் தொடர்பு படுத்துதல்.

13. முடிவுகள் எடுக்கவும் அதன் விளைவுகளை ஏற்றுக்கொள்ளவும் வாய்ப்பளித்தல்.

சுற்றுச்சூழல் கல்வித் திட்டங்கள் (Environmental Educational programmes):-

நியூமன் (1981) என்பவர் சுற்றுச்சூழல் கல்வித்திட்டத்தினை மூன்று வகையாகப் பிரித்துள்ளார்.

1. சுற்றுச்சூழல் படிப்பு (Environmental studies):-

சுற்றுச்சூழலில் ஏற்படும் சீர்கேடுகள் அவற்றின் தாக்கம் ஆகியவற்றை சமூக அறிவியல் மூலம் குறைத்தல் இதில் அடங்கும்.

2. சுற்றுச்சூழல் அறிவியல் (Environmental Science):-

நீர், காற்று மற்றும் மண் போன்றவற்றை மாசுபடுத்தும் பொருட்களால் சுற்றுச்சூழல் சீர்கேடு அடைதல் பற்றிய அறிவியல் இதுவாகும். மேலும் மனிதர்களுக்கும் இயற்கைச் சூழ்நிலை மண்டலத்திற்கும் சுத்தமான, பாதுகாப்பான, நலம் பயக்கின்ற விஞ்ஞான அடிப்படையிலான தரத்தை உருவாக்குதல் இதில் அடங்கும்.

3. சுற்றுச்சூழல் பொறியியல் (Environmental Engineering):-

இது சுற்றுச்சூழல் தாக்கத்தினை மதிப்பீடு செய்யவும் மாசுபாட்டினைக் குறைக்கவும் பயன்படுகின்ற தொழில்நுட்பங்கள் குறித்த படிப்பாகும்.

இந்தியாவில் சுற்றுச்சூழல் கல்வி:-

இந்தியா தட்பவெப்பநிலை, நிலயியல், புவியியல், மண்ணியல், மலர்த் தாவரங்கள் (floristic), விலங்கின வகைகள் (faunistic), இனத்தன்மை (ethnic), மொழி, சமூகம் மற்றும் பொருளாதாரம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பலவகையாகப் பிரிந்துள்ளது. எனவே சுற்றுச்சூழல் கல்வியானது அந்தந்தப் பகுதிக்கேற்றவாறு தனிவகை (location specific)யில் திட்டமிடப்படவேண்டும். ஆரம்ப நிலையில் பள்ளிக்குழந்தைகள் மற்றும் பெண்கள் மீது தனி கவனம் செலுத்தி

அவர்களுக்கு உடல் நலன், குடும்பக்கட்டுப்பாடு, உணவூட்டம், கிராமப்புறவளர்ச்சி, குடிசைப்பகுதிகளின் மேம்பாடு, சுகாதாரம், நீர் மற்றும் உணவில் ஏற்படும் தொற்றுப்பாடு (Contamination), கால்நடைத்தீவனம், விறகு போன்றவற்றின் மீது விழிப்புணர்வை ஏற்படுத்த வேண்டும். அரசு சாரா அமைப்புகளுக்கு (Non government organization) இதில் முக்கிய பங்குண்டு. சுற்றுச்சூழல் துறையின் கீழ் 200க்கும் மேற்பட்ட அரசுசாரா அமைப்புகள் உள்ளன. இவற்றில் 150க்கும் மேல் சுற்றுச்சூழல் கல்வி மற்றும் சுற்றுச்சூழல் விழிப்புணர்வு குறித்த பணியில் ஈடுபட்டுள்ளன. மேலும் குழந்தைகளுக்கு வனவிலங்குகள் என்பதன் முழுபொருளையும் உணர்த்தவேண்டும். பெரும்பாலான குழந்தைகள் சிங்கம், புலி மற்றும் யானை போன்றவை மட்டுமே வனவிலங்குகள் என்று நினைக்கின்றனர். தாவரங்கள், சிறு விலங்குகள், நுண்ணுயிர்கள் போன்ற அனைத்தும் வனவிலங்குகளில் அடக்கம் என்பதை அவர்களுக்குக் கற்பிக்க வேண்டும்.

சுற்றுச்சூழல் குறித்த முறைசார் கல்வி (Formal Environmental education):-

சுற்றுச்சூழல் கல்வியின் முதன்மை இலக்குகள் பின்வருமாறு.

1. சுற்றுச்சூழலின் தரத்தினை மேம்படுத்துதல் 2. சுற்றுச்சூழல் சிக்கல்கள் மற்றும் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு குறித்த விழிப்புணர்வை மக்களிடையே ஏற்படுத்துதல். 3. முடிவு எடுத்தல் மற்றும் வளர்ச்சித்திட்டங்களை மதிப்பீடு செய்யும் திறனை வளர்த்துக்கொள்ளுதலில் மக்கள் பங்கேற்கத் தகுந்த சூழலை உருவாக்குதல்.

சுற்றுச்சூழல் கல்வியின் நான்கு முக்கியமான ஆக்கக்கூறுகள் பின்வருமாறு.

அ). விழிப்புணர்வு:-

இதில் சுற்றுச்சூழலின் இயற்பியல் (physical), சமூக (social), மற்றும் அழகியல் நோக்கில் தனிமனிதர்களை விழிப்புடன் இருக்கச் செய்தல் அடங்கும். சுற்றுச்சூழல் அமைப்புடன் தொடர்புடைய உயிர்காக்கும் அமைப்பில் (life supporting system) காற்று, நீர், நிலம், தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் சூரிய ஒளி ஆகிய ஆறு ஆக்கக்கூறுகள் உள்ளன. இவற்றிற்கிடையே சக்திவாய்ந்த தொடர்புகள் உள்ளன.

ஆ) நடைமுறை வாழ்க்கை நிலைமை (Real life situations):-

இது உயிரிகளின் சுற்றுச்சூழலை அவற்றின் வாழ்வுடன் இணைக்கிறது. அந்தந்தப் பகுதிகளின் பிரச்சினைகளும் சிக்கல்களும் இடத்திற்கேற்றவாறு மாறுபடும்.

இ) பாதுகாத்தல்.

ஈ) நிலையான வளர்ச்சி.

ஆதாரவளங்களை முறையாகப் பயன்படுத்த வேண்டுமேயன்றி வரம்பின்றிப் பயன்படுத்துதல் கூடாது. ஏனெனில் ஆதாரங்கள் ஓர் வரையறைக்குட்பட்டவை. மேலும் உயிரிகளின் வளர்ச்சிக்கும் ஓர் எல்லையுண்டு. எனவே ஆதாரவளங்களை கட்டுப்பாட்டுடன் பயன்படுத்த வேண்டும். ஆதாரவளங்களை இந்தத் தலைமுறை மக்கள் மட்டுமின்றி எதிர்கால. சந்ததியினரும் பயனுறும்வண்ணம் சீராகப் பயன்படுத்தவேண்டும். ஆதாரவளங்களைப் பயன்படுத்தும் போது சில எதிர்மறைத்தாக்கங்கள் ஏற்படுவது இயற்கை. எனவே இதனைக் குறைப்பதற்கான முயற்சிகளை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

1. ஆரம்பப் பள்ளி நிலை:-

இங்கு விழிப்புணர்வு ஏற்படுத்த அதிக முக்கியத்துவம் (75%) வேண்டும். அடுத்து நடைமுறை வாழ்க்கை நிலை (20%) மூன்றாவதாகச் சுற்றுச்சூழலை பாதுகாத்தல் (5%) என்ற வரிசையில் ஆரம்பப்பள்ளிக் குழந்தைகளுக்கு வலியுறுத்த வேண்டும். அதாவது இது குழந்தைகளுக்கு சுற்றுச்சூழலைப் பற்றிய உணர்வை ஏற்படுத்தும்முயற்சியாகும். தங்கள் வீடு முதல் பள்ளிக்கூடம் வரையில் உள்ள சுற்றுப்புறத்தை பற்றிய விழிப்புணர்வை ஏற்படுத்தினால் கூட போதுமானது. கற்பித்தலுக்கு ஒலி–ஒளிக்காட்சி (Audio visual) மற்றும் களப்பார்வையிடல் (field visit) போன்ற உத்திகளைக் கையாளலாம்.

2. இடைநிலைப் பள்ளி நிலை:-

இடைநிலைப் பள்ளி நிலையில் விழிப்புணர்வுக் கல்வியைக் குறைத்துக் கொண்டு அப்பகுதியின் நடைமுறை வாழ்க்கை நிலைமை, பாதுகாத்தல் மற்றும் நிலையான வளர்ச்சி போன்றவை பற்றிய அறிவை வளர்க்கவேண்டும். இடைநிலைப் பள்ளி நிலையில் நேரடி அனுபவங்கள் மற்றும் சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகளைக் கண்டறிதல் போன்றவற்றை நோக்கமாகக் கொள்ளவேண்டும். ஆரம்பப்பள்ளி

நிலையைப் போன்றே வீடு முதல் பள்ளி வரையில் உள்ள சுற்றுப்புறத்தைப் பொது அறிவியல் துணையுடன் பேணக் கற்றுக்கொள்ளுதல் நல்லது. கற்பித்தல், செய்முறை பயிற்சி (practicals) மற்றும் களப்பார்வையிடுதல் போன்ற முறைகளையும் மேற்கொள்ள வேண்டும்.

3. உயர்நிலைப்பள்ளி நிலை:-

இங்கு சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு, அதுபற்றிய அறிவை வளர்த்துக்கொள்ளுதல், சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகளைக் கண்டறிதல் மற்றும் செயல்படுத்தும் திறன் ஆகியவற்றிற்கு முக்கியத்துவம் அளிக்கப்படும். அறிவியல் அடிப்படையிலான மற்றும் செயல்திறன் சார்ந்த வேலைகள் மூலம் சுற்றுச்சூழலை பாதுகாக்கக் கற்றுத்தரவேண்டும். முறையான கற்பித்தல், செய்முறைப் பயிற்சி, மற்றும் களப்பார்வையிடுதல் போன்றவையும் அவசியம்.

இந்தியா போன்ற வளர்ந்துவரும் நாடுகளில் இடைநிலைப் பள்ளிகள் அளவில் நிதியுதவி, பயிற்சி பெற்ற பயிற்றுநர் மற்றும் ஆசிரியர்கள் போன்றவற்றிக்குப் பற்றாக்குறை உள்ளது.

4. கல்லூரி நிலை :-

சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு, நடைமுறை வாழ்க்கைமுறை மற்றும் விழிப்புணர்வு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் நிலையான வளர்ச்சி பற்றிய அறிவைப் பெறுதல் இங்கு முக்கியமாக வலியுறுத்த வேண்டும். இங்கு அறிவியல் தொழில்நுட்ப அடிப்படையில் கல்லூரிகளிலும் பல்கலைகழகங்களிலும் சுற்றுச்சூழல் கல்வி இடம்பெற வேண்டும்.

பாடத்திட்டங்கள் வகுப்பதிலும் பல நூல்கள், வழிகாட்டிப் புத்தகங்கள், விளக்கப்படம் (chart), பயிற்றுவிக்கத்தேவையானப் பொருட்கள் மற்றும் மாணவர்களுக்கும் ஆசிரியர்களுக்கும் தேவையான உதவிகளை வழங்குவதிலும் NCERT முக்கியப்பங்கு வகிக்கிறது.

5. பல்கலைக்கழகக் கல்வி:-

பல்கலைக்கழக அளவிலான சுற்றுச்சூழல் கல்வியை பல்கலைக் கழக மானியக்குழு கவனித்து வருகிறது. ஏறக்குறைய 10 பல்கலைக்கழகங்கள் சுற்றுச்சூழல் கல்வியை பட்டமேற்படிப்பு அளவில் அளித்து வருகின்றன. மேலும் IIT, தொழில்நுட்பக்கல்லூரிகள் போன்ற தொழில்கல்வி நிறுவனங்கள் மற்றும் ஆராய்ச்சி

நிறுவனங்கள் சுற்றுச்சூழல் தொழில்நுட்பவியல் (Environmental engineering) பட்டப்படிப்பை நடத்துகின்றன. பல்கலைக்கழகக்கல்வியில் பயிற்றுவித்தல் (teaching), ஆராய்ச்சி (research), மற்றும் விரிவாக்கக்கல்வி (Extension education) ஆகிய மூன்று ஆக்கக்கூறுகள் உள்ளன. பட்ட மேற்படிப்பு அளவில் நான்கு முக்கியமான பகுதிகள் உள்ளன. அவையாவன.

(அ) சுற்றுச்சூழல் தொழில்நுட்பவியல் (Environmental engineering):-

இதில் கட்டிடக் கலை (Architecture), குடிமைப்பொறியியல் (Civil engineering) மக்கள் குடியேற்றம் உள்ளிட்ட நகர்ப்புற மற்றும் கிராமப்புற திட்டங்கள், குடிசைப்பகுதி மேம்பாடு, நிலக்கட்டமைப்புக்கலை (landscape architecture) தொழிற்சாலை வடிவமைப்பு, மண்டல அறிவியல் மற்றும் நகர்ப்புற சூழ்நிலை மண்டலம் போன்ற படிப்புகள் அடங்கும்.

(ஆ) சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பும் மேலாண்மையும் (Conservation and management):-

இதில் நிலப்பயன்பாடு (land use), வனவியல் (forestry), வேளாண்மை, ஆற்றல், கழிவுப்பொருட்களின் மேலாண்மை, சுரங்க மேலாண்மை, மாசுஏற்படுத்தாத புதுப்பிக்கவல்ல ஆற்றல் மேம்பாடு போன்றவை அடங்கும்.

(இ) சுற்றுச்சூழல் நலன் (Environmental health):-

இதில் பொது மக்களின் நலன், ஆரோக்கியம், சுகாதாரம், வேதிப்பொறியியல், தொழில்நிலை ஆரோக்கியம், நச்சியல் (toxicology), உணவூட்டம் மற்றும் மருந்துகளின் பயன்கள் போன்றவை அடங்கும்.

(ஈ) சமூக சூழ்நிலையியல் (Social ecology):-

இதில் சூழ்நிலையியல், சமூகவியல், சமூகத்திட்டம், பணப்பயன் (cost benefit), சமூக அமைப்புகளும் பணிகளும், உளவியல் மற்றும் கலந்தாய்வு, சுற்றுச்சூழல் அறவியல் கோட்பாடுகள் (environmental ethics), மற்றும் வாழ்வியல் (humanities) தொடர்பானவை இதில் அடங்கும்.

சுற்றுச்சூழல் கல்வி மையம் (Centre for Environmental Education), அஹமதாபாத், இந்திய வன மேலாண்மை நிறுவனம் (Indian Institute of forest

management) போபால், மற்றும் இந்திராகாந்தி தேசிய வனக்கழகம் (Indra Gandhi National forest Academy) டேராடூன் ஆகிய கல்விநிலையங்கள் சுற்றுச்சூழல் தொடர்பான முறைசார் கல்வியை அளிக்கின்றன.

II முறைசாராச் சுற்றுச்சூழல் கல்வி:-

இது ஒரு சமுதாயத்தின் சமூக, பொருளாதார மற்றும் பண்பாட்டு வளர்ச்சியில் பங்குபெறும் அனைத்து வகையினருக்காகவும் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. இவர்கள் குழுக்களை அமைத்துக் கண்காட்சி நடத்துதல், பொது விரிவுரைகள், கூட்டங்கள் நடத்துதல், சுற்றுச்சூழல் குறித்த பிரச்சாரங்கள் செய்தல் போன்ற முறையில் விழிப்புணர்வை ஏற்படுத்துகின்றனர். முறைசாராக் கல்வியில் கீழ்க்கண்ட முக்கிய அம்சங்கள் உள்ளன.

1. முதியோர் கல்வி (Adult education):-

முதியோர்களுக்குச் சுற்றுச்சூழல் விழிப்புணர்வை ஏற்படுத்த பிராந்திய மொழியில் (local language) செய்தித்தொகுப்புகள், சுவரொட்டிகள், காட்சிவில்லைகள் (slides), ஒலிப்பதிவுகள், ஒலி–ஒளிக் காட்சிகள் (audio visuals) போன்றவைகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

2. கிராமப்புற இளைஞர்கள் மற்றும் மாணவரல்லா இளைஞர்கள்:-

இவர்கள் பல குழுக்களாகப் பிரிந்து செயல்படலாம்.

3. மலைசாதியினர் மற்றும் காட்டுவாசிகள் :-

இந்தச் சமூகத்தினரின் தலைவர்கள், பெண்கள் மற்றும் இளைஞர்களை ஈடுபடுத்திச் சுற்றுச்சூழல் குறித்த முறைசாராக் கல்வித் திட்டங்களைச் செயல்படுத்தலாம்.

4. குழந்தைகளின் செயல்பாடுகள்:-

பல்வேறு வயதுடைய குழந்தைகளைப் பல குழுக்களாகப் பிரித்து அவர்களிடையே கட்டுரைப் போட்டிகள் நடத்தலாம். சுற்றுச்சூழல் துறையானது இந்திய பள்ளி ஒருங்கமைப்பின் (united school organization of India) உதவியுடன் மேற்குறிப்பிட்டதைப்போன்ற போட்டிகளை நடத்தலாம். வண்ண ஓவியங்கள் வரைதல், மாதிரிப்படிவங்கள் (modeling) செய்தல், விளம்பரச் சுவரொட்டிகள் (posters) தயாரித்தல் போன்ற போட்டிகளை இயற்கை வரலாற்றியல்

தேசிய அருங்காட்சியகம் (National museum for national history) குழந்தைகளுக்காக நடத்தி வருகிறது.

(5) சுற்றுச்சூழல் வளர்ச்சி முகாம் (Eco development camp):-

கிராமப்புற வளர்ச்சிக்கு இந்த முகாம்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. சுற்றுச்சூழல் துறை தயாரித்துள்ள வழிமுறைகளின் படி இம்முகாம்களின் முக்கிய நோக்கங்கள் பின்வருமாறு. மாணவர்கள் மற்றும் மாணவரல்லாத இளைஞர்களிடையே சுற்றுச்சூழல் குறித்த அடிப்படைக் கொள்கைகளை பற்றிய விழிப்புணர்வை ஏற்படுத்துதல், மனிதர்கள் தொடர்பான சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகளின் அடிப்படைக் காரணங்களைக் கண்டறிதல், சுற்றுச்சூழல் தொடர்பான உள்ளூர்ப் பிரச்சினைகளை தீர்க்க முயற்சித்தல் மற்றும் தேச ஒற்றுமை உணர்வை வளர்த்தல்.

6. அரசுசாரா நிறுவனங்கள் (Non government organization):-

200க்கும் மேற்பட்ட அரசுசாரா அமைப்புகள் உள்ளன. அவற்றில் பெரும்பாலானவை சுற்றுச்சூழல் கல்விகுறித்த விழிப்புணர்வை ஏற்படுத்தும் முயற்சியில் ஈடுபட்டுள்ளன. பிற அமைப்புகள் இயற்கையைப் பாதுகாத்தல், மாசுகட்டுப்பாடு, காடுகளை வளர்த்தல், சமூகக்காடு வளர்த்தல், தாவர மற்றும் விலங்கினங்கள் பற்றிய படிப்புகள், கிராமப்புற மேம்பாடு, வனவிலங்குகள் பாதுகாப்பு கழிவுப்பொருட்களின் பயன்பாடு போன்ற செயல்பாடுகளில் ஈடுபட்டுள்ளன.

7. மக்கள் பிரதிநிதிகள் (Public representatives):-

இந்தியாவில் சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகளைப் பற்றி விவாதிக்க பாராளுமன்ற உறுப்பினர்கள் மற்றும் சட்டமன்ற உறுப்பினர்களுக்காகச் சுற்றுச்சூழல் அவையம் (environmental forum) உள்ளது. இது பொதுமக்கள் கருத்தினை உருவாக்கவும் பொதுமக்கள் ஆர்வத்தினைத் தூண்டவும் பயன்படுகிறது.

8. மேற்பார்வை அதிகாரிகள் / நிர்வாகிகளுக்குப் பயிற்சியளித்தல்.

சுற்றுச்சூழல் கல்வியினை அளிக்கும் நிறுவனங்களின் மூத்த அதிகாரிகள் மற்றும் நிர்வாகிகளுக்கு தகுந்த பயிற்சி அளித்திடல் வேண்டும்.

9. அடிப்படைப் படிப்புகள்:-

இந்திய ஆட்சிப் பணி, இந்திய அயற்பணி, இந்திய காவல் பணி (IAS, IFS & IPS) போன்ற பணிகளுக்கு தேர்வு செய்யப்பட்டவர்களுக்கும் போர்ப்படையின் மூன்று பிரிவினருக்கும் சுற்றுச்சூழல் தொடர்பான அடிப்படைக் கல்வி அளிக்கப்பட வேண்டும்.

10. ஆராய்ச்சி மற்றும் வளர்ச்சித் திட்டங்கள்:-

இத்திட்டங்களுக்கு சுற்றுச்சூழல் துறை உதவுகிறது.

11. மேதகைமை அல்லது நேர்த்தி மையங்கள் (Centres of excellence):-

சுற்றுச்சூழல் துறை இந்தியாவில் இரண்டு மேதகைமை மையங்களை ஏற்படுத்தியுள்ளது. அவை வெப்ப மண்டலச் சூழலியல் (பெங்களூரு) மற்றும் சுற்றுச்சூழல் கல்வி (அகமதாபாத்) ஆகியவற்றில் ஆராய்ச்சி நெறிமுறைகளை (methodology) உருவாக்குதலிலும் பயிற்சி அளிப்பதிலும் பங்குபெறுகின்றன.

12. பயிற்சிபெற்ற மனித ஆற்றலை வளர்த்தல்:-

பயிற்சி அளிப்பவர் (trainer), தொழில்நுட்ப வல்லுனர்கள் மற்றும் சட்ட வல்லுநர்களுக்குப் பயிற்சி அளிக்கவேண்டும்.

13. கல்விப் பொருட்கள் மற்றும் கற்பித்தல் கருவிகளை மேம்படுத்துதல்:-

ஒலிப்பதிவுகள், ஒலி–ஒளிக்காட்சிப் பொருட்கள், தொலைக்காட்சி, வானொலி, திரைப்படங்கள், செய்தித்தாள் மற்றும் கண்காட்சி போன்ற ஊடகங்களுக்குத் தேவையான பொருட்களைத் தகுந்த ஆட்களைக் கொண்டு வடிவமைக்க வேண்டும்.

14. உலகச் சுற்றுச்சூழல் தினம்:-

அனைத்து மாநில அரசுகள், யூனியன் பிரதேசங்கள், கல்வி நிறுவனங்கள், பல்கலைக் கழகங்கள், கல்லூரிகள், பள்ளிகள் மற்றும் தன்னார்வ அமைப்புகள் போன்றவை ஒவ்வொரு ஆண்டும் உலகச் சுற்றுச்சூழல் தினமான ஜூன் 5ம் தேதியன்று சுற்றுச்சூழல் துறையின் நிதியுதவியுடன் பல நிகழ்ச்சிகளை நடத்துகின்றன.

15. தேசிய சுற்றுச்சூழல் விழிப்புணர்வு முகாம் / தேசிய சுற்றுச்சூழல் மாதம் (National Environmental awarness camp / National environmental *month*):-

சுற்றுச்சூழல் துறை 1986ம் ஆண்டிலிருந்து தேசிய சுற்றுச்சூழல் விழிப்புணர்வு முகாம்களை நடத்தியும் (NEAC) ஒவ்வொரு ஆண்டும் நவம்பர் 19ம் தேதிமுதல் டிசம்பர் 18ம் தேதி வரை சுற்றுச்சூழல் மாதமாகக் கடைப்பிடித்தும் வருகிறது. ஒவ்வொரு ஆண்டும் சுற்றுச்சூழல் குறித்த ஒரு கருத்து அல்லது கருப்பொருள் (theme) எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது.

III. சுற்றுச்சூழல் தகவல்கள் (Environmental information):-

சுற்றுச்சூழல் துறையானது 1982ம் ஆண்டு சுற்றுச்சூழல் தகவல் அமைப்பை (Environmental information system - ENVIS) ஏற்படுத்தியது. நாடு முழுவதும் 10 EVNIS மையங்கள் செயல்பட்டுவருகின்றன.

சுற்றுச்சூழல் தாக்க மதிப்பீடு
(Environmental Impact Assesment (EIA)

முன்னுரை:-

மனிதர்கள் வாழும் சுற்றுச்சூழலின் தரம் மற்றும் ஆற்றலின் மீது வளர்ச்சி நடவடிக்கைகள் எதிர்காலத்தில் ஏற்படுத்தும் தாக்கத்தின் விளைவுகளை முன்கூட்டியே மதிப்பீடு செய்தல் சுற்றுச்சூழல் தாக்க மதிப்பீடு (Environmental impact assessment – EIA) எனப்படும். உலகில் நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட நாடுகள் EIA சட்டத்தை பின்பற்றுகின்றன. கனடா 1973லும், ஆஸ்திரேலியா 1974லும் ஜப்பான் 1981லும், ஐரோப்பிய சமூகம் 1984லும், இங்கிலாந்து 1988லும் சுற்றுச்சூழல் தாக்க மதிப்பீடு நடத்துவதற்கான சட்டத்தை இயற்றின. இந்திய அரசாங்கமும் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்புச்சட்டம் 1986 மற்றும் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு விதிகள் 1986ன் கீழ் "சுற்றுச்சூழல் தாக்க மதிப்பீடு அறிவிக்கை" யை 1994ம் ஆண்டு கொண்டுவந்தது. இந்த அறிவிக்கை 1997 ஏப்ரல் 10ம் தேதி அன்று திருத்தம் செய்யப்பட்டது. இதன்படி மத்திய அரசின் அனுமதி இல்லாமல் கீழே பட்டியலிடப்பட்டிருக்கும் ஆய்வுத் திட்டங்களை இந்தியாவின் எந்தப் பகுதியிலும் செயல்படுத்தக் கூடாது.

ஆய்வு திட்டங்கள் (Projects):-

1. அணுசக்தி மற்றும் அதன் தொடர்பான திட்டங்கள்.
2. நீர்மின் சக்தி (hydel power), வெள்ளத்தடுப்பு போன்ற பெரும் நீர்ப்பாசனத் திட்டங்களை உள்ளடக்கிய ஆற்றுப்பள்ளத்தாக்குத் திட்டங்கள் (River vally projects).
3. துறைமுகங்கள், விமான நிலையங்கள்.
4. பெட்ரோலியச் சுத்திகரிப்பு.
5. வேதிய உரங்கள்.
6. பூச்சிக் கொல்லிகள்.
7. மருந்து மற்றும் மருந்தாக்கத் தொழில்.

8. எண்ணெய் மற்றும் எரிவாயுவைத்தேடி ஆராய்தல் அவற்றின் விளைபொருட்களை எடுத்துச்செல்லுதல் மற்றும் சேமித்து வைத்தல்.

9. செயற்கை ரப்பர், ஆஸ்பெஸ்டாஸ் ஆகியவை.

10. ஹைடிரோசயானிக் அமிலம் மற்றும் அவற்றின் விளைபொருட்கள்.

11. உலோகத் தொழிற்சாலைகள்.

12. பெயின்ட் தயாரிப்புத் தொழிற்சாலைகள்.

13. விஸ்கோஸ் இழை தயாரிப்பு.

14. 200 மீ – 500 மீ வரையிலான மிகை அலை ஒத (High tide) பகுதி அல்லது 1000 மீட்டரைவிட உயரமான பகுதிகளின் அனைத்துச் சுற்றுலாத் திட்டங்கள்.

15. அனல் மின்சாரத் திட்டங்கள்.

16. சுரங்கங்கள்.

17. நெடுஞ்சாலைத் திட்டங்கள்.

18. இமயமலை மற்றும் காடுகளில் தார்ச்சாலைகள் அமைத்தல்.

19. காய்ச்சி வடிக்கும் தொழில்கள்.

20. தோல் பதனிடும் தொழில்கள்.

21. காகிதத் தொழில்

22. சாயம், சிமென்ட், மின்பூச்சுத் (Electroplating) தொழில்கள் மற்றும் வார்ப்பகத்தொழில் (Foundries).

EIAவின் சிறப்பியல்புகள் (Characteristics of EIA):-

1. ஒரு வளர்ச்சித் திட்டத்தால் ஏற்படும் முக்கியமான சுற்றுச்சூழல் விளைவுகள் அனைத்தையும் பற்றிய மதிப்பீட்டை அளிக்கும்.

2. EIA என்பது ஒழுங்குமுறை சார்ந்த பரந்த அணுகுமுறையாகும்.

3. EIA வின் அனைத்து செயல்முறைகளும் சட்டத்தின் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

4. ஒரு திட்டக்கருத்துருவை (project proposal) மறுபரிசீலனை செய்யச் சொல்லி கொள்கை முடிவு எடுப்பவர்களை (Policy makers) வலியுறுத்தமுடியும்.

5. கொள்கை முடிவு எடுப்பவர் மீது பொது மக்களுக்கு ஒரு நம்பகத்தன்மையை ஏற்படுத்தும்.

6. சுற்றுச்சூழலுக்கு மோசமான தாக்கத்தை ஏற்படுத்தக்கூடிய திட்டக்கருத்துருக்களுக்கு மாற்று வளர்ச்சித்திட்டங்களை அளிக்கும்.

7. முடிவெடுப்பதில் பொது மக்களின் பங்களிப்பை ஏற்றுக்கொள்ளும்.

EIA வின் நோக்கங்கள் (Objectives of EIA):-

EIA வின் முக்கிய நோக்கங்கள் கீழ்வருமாறு

1. சுற்றுச்சூழல் மீது திட்டங்கள் ஏற்படுத்தும் தாக்கத்தை கணித்து அறிவித்தல்.

2. தன் கணிப்புகளையும், திட்டங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கும் உரிமையையும் தீர்மானிப்பாளர்களுக்குச் (Decision maker) சமர்ப்பித்தல்.

3. திட்டங்களில் ஏற்றுக்கொள்ள இயலாத தாக்கங்கள் இருந்தால் அவற்றைத் திட்டம் செயல்படுத்தப்படவுள்ள பகுதியின் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு வடிவமைத்துத் தாக்கத்தைத் குறைக்க வழிகளைக் கண்டறிதல்.

EIA ஆக்ககூறுகள் (Component of EIA):-

EIA வின் முக்கியமான செயல்முறைப் படிநிலைகள் கீழ்வருமாறு.

1. திட்ட வரையறை மற்றும் அடையாளங்காணல் (Project definition and identification):-

முன்மொழிஞர் (Proponent) அதாவது ஒரு திட்டத்தை முன் வைப்பவர் திட்டத்தைப் பற்றிய செயலாக்க ஆய்வை (feasibility study) நடத்தி, ஆய்வின் பயனை வரையறுத்து, தேவைப்பட்டால் மாற்றுத்திட்டங்களைப் பரிசீலனைசெய்து EIA ஒப்புதலுக்காக அறிக்கை சமர்ப்பித்து இடை முகவாண்மையையும் (inter agency) பொதுமக்கள் கலந்தாய்வையும் தொடங்குதல் இதில் அடங்கும்.

2. முன்னாய்வு (Screening):-

இந்நிலையில் EIA வானது இத்திட்டத்தைத் திட்டமிட்டபடி தொடரலாமா அல்லது முழுமையாகவோ அல்லது பகுதியாகவோ மாற்றம் ஏதேனும் செய்யலாமா என்பதைத் தீர்மானிக்கும். இதற்காக EIA வானது முன்மொழிஞர், பிற முகவாண்மைகள் (other agencies) மற்றும் பொது மக்கள் ஆகியோரின் கருத்தை அறிந்து ஆய்வைத் தொடரத் தேவைப்படுவன குறித்துத் தீர்மானிக்கும்.

3. குறியிலக்கு (Scoping):-

இதுவும் திட்டமிடுதலின் ஆரம்பநிலை ஆகும். இதில் திட்டத்தின் முக்கிய விளைவுகளை அடையாளங்காணவும், ஆய்வில் பயன்படுத்த வேண்டிய மதிப்பீட்டு முறைகள் (assessment methods) மற்றும் முன்மாதிரிகளை (models) முடிவு செய்யவும் விரிவான நடவடிக்கைகளை எடுத்தல் இதன் பணியாகும்.

4. முகவாண்மைகள் (Agencies);-

திட்டத்துடன் தொடர்புடைய முகவாண்மைகள் (agency) மற்றும் மக்கள் பிரதிநிதிகள் ஆகியோரைக்கலந்து ஆலோசித்து முடிவெடுத்தல்.

5. அடிப்படைத் தரவு திரட்டல் (Baseline data collection):-

திட்டம் பற்றிய வரைவு (planning) செய்ய அடிப்படைத் தரவு திரட்டலும் பகுப்பாய்வு (analysis) செய்தலும் மிகவும் முக்கியம். திட்டம் செயல்படுத்தப்படவுள்ள பகுதியின் சூழ்நிலையைப்பற்றிய ஆரம்பநிலை விவரங்களை அறிய இது மிகவும் பயன்படுகிறது.

6. தாக்கத்தை அடையாளம் காணுதல் (Identification of Impact):-

திட்டத்தால் ஏற்படும் சுற்றுசூழல் தாக்கத்தைக் கணித்தலும் மதிப்பீடு செய்தலும் மிகவும் முக்கியமானது. இதனை, சரியான முன்மாதிரிகளைப் பயன்படுத்தியும் சுற்றுச்சூழல் தாக்கத்தின் உள்ளீடு (input) மற்றும் வெளியீடுகளைக் (out put) கவனமாக ஆராய்ந்தும் செய்துமுடிக்கலாம்.

7. மாற்று மதிப்பீடு நெறிமுறைகள் (Alternative evaluation criteria):-

இதில் சட்டத்தின் வழியாக கட்டாயமாக்கப்பட்ட நெறிமுறைகள் (legally mandated criteria) தொழில் நுட்ப / அறிவியல் நெறிமுறைகள் (technical /

scientific criteria) மற்றும் சமுதாய ஏற்புத்திறன் நெறிமுறைகள் (Social acceptability criteria) போன்றவை அடங்கும். மாற்று அமைவிடங்கள் மற்றும் வடிவமைப்பு போன்றவற்றை நன்றாக ஆராய்ந்து நல்ல சுற்றுச்சூழல் தாக்கங்கள், சமூகப் பொருளாதார நன்மைகள், ஆதாயம் போன்றவற்றை உயர்த்தக்கூடியதாகவும் மோசமான தாக்கங்களை குறைக்கும் படியானதாகவும் உள்ள திட்டங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கவேண்டும்.

8. மேலாண்மை வரைவு (Management plan);-

சுற்றுச்சூழல் தாக்கங்களை அடையாளங்கண்டபின், அவற்றை மட்டுப்படுத்துவதற்கான நடவடிக்கைகளை முடிவு செய்ய வேண்டும். ஒரு நல்ல மேலாண்மை வரைவானது, சமர்ப்பிக்கப்பட்ட திட்டத்தில் மாற்றத்தையோ அல்லது வேறொரு புதிய திட்டத்தையோ மேற்கொள்ள ஏதுவாக நெகிழுந்தன்மையுடையதாக (flexible) இருக்க வேண்டும். மேலும் மோசமான சுற்றுச்சூழல் தாக்கத்தைக் குறைப்பதைத் தனது நோக்கமாக கொண்டிருக்க வேண்டும்.

9. EIA அறிக்கை வெளியீடு (Publication of EIA report):-

EIA அறிக்கையை வெளியிடுதல் முக்கியமான அடுத்த படிநிலை ஆகும். இதில் பொதுமக்களின் கருத்துக்கள் இடம் பெறுவதால் இது முன்னாய்வு மற்றும் குறியிலக்கு போன்ற EIAவின் ஆரம்பப் படிநிலைகளுக்கு நிச்சயம் பயன்தரும்.

10. முறையான ஒப்புதல் (Formal approval):-

திட்டத்தை முன்மொழிபவர் ஆவணங்களில் குறிப்பிட்டுள்ள விதிமுறைகளுக்குக் கட்டுப்படவேண்டும் என்ற நிபந்தனையுடன் EIA அறிக்கை மீதான தீர்மானமானது எழுத்து வடிவிலான பதிவுக்குறிப்பாக (record) ஒப்புதலுக்கு முன்வைக்கப்படும்.

11. கண்காணித்தலும் இணக்கமும் (Monitoring and compliance):-

திட்டத்தைச் செயல்படுத்தும்போது மேலாண்மைவரைவில் குறிப்பிட்டுள்ள விதிமுறைகளுக்கு இணங்கிச் செயல்படுத்துதல் அவசியம். இச்செயலானது பணியாளர்கள், பொது முகவாண்மைகள், மோசமான சுற்றுச்சூழல் தாக்கத்தால் பாதிக்கப்படும் மக்கள் ஆகியோருக்கு நம்பிக்கை அளிப்பது மட்டுமின்றிச் சுற்றுச்சூழல் மீதான தாக்கம் பற்றிய கணிப்புகள் எந்த அளவுக்குத் துல்லியமானது என்பது குறித்த பின்னூட்டத்தையும் (feed back) அளிக்கும்.

EIA ஒப்புதல் (clearance) பெறுவதற்கான வழிமுறைகள்:-

இந்தியாவில் பெரும் வளர்ச்சித் திட்டங்களுக்கான EIA அனுமதியைச் சுற்றுச்சூழல் மற்றும் வனத்துறை அமைச்சகத்திற்கு உரிய விண்ணப்பபடிவத்தில் விண்ணப்பம் செய்து பெற்றுக்கொள்ளலாம். அதற்காக இத்திட்டத்தால் எதிர்காலத்தில் ஏற்பட இருக்கும் சுற்றுச்சூழல் தாக்கங்கள் பற்றிய விரிவான தகவல்களை அதிகாரிகள் அமைச்சகத்துக்குச் சமர்ப்பிக்க வேண்டும்.

ஒரு திட்ட அதிகாரி ஒரு வளர்ச்சித் திட்டத்திற்கான ஒப்புதலைப் பெறுவதற்கு கீழ்க்கண்ட ஆவணங்களைச் சமர்ப்பிக்க வேண்டும்.

1. விரிவான திட்ட அறிக்கை (Detailed project report).

2. விடையளிக்கப்பட்ட வினாப்பட்டியல் (Questionnaire).

3. சுற்றுச்சூழல் மேலாண்மைத்திட்டத்துடன் சுற்றுச்சூழல் தாக்கம் பற்றிய குறிப்புரை (Environmental impact statement).

4. திட்டத்தால் ஏற்படும் நேர்மறை மற்றும் எதிர்மறைத்தாக்கங்கள். எ.கா. மண், நீர் மற்றும் காற்று ஆகியவற்றின் தரத்தில் வளர்ச்சித் திட்டம் ஏற்படுத்தும் தாக்கம்.

5. காடுகள், விவசாயம், மீன்வளம், சுற்றுலா, பொழுதுபோக்கு போன்ற அம்சங்களில் ஏற்படுத்தும் தாக்கம்.

6. மக்கள் மீது ஏற்படுத்தும் நீண்ட கால மற்றும் குறைந்த காலத் தாக்கங்கள் உள்ளிட்ட சமூகப் பொருளாதாரத் தாக்கங்கள்.

7. மக்களின் நலத்தின் மீது ஏற்படுத்தும் தாக்கங்கள்.

8. திட்டம் செயல்படுத்தப்படவுள்ள பகுதியின் விலங்கினங்கள் மற்றும் தாவர இனங்கள் குறிப்பாக அருகி வரும் இனங்கள் மீது ஏற்படுத்தும் தாக்கம்.

சுற்றுச்சூழல் மற்றும் வனத்துறை அமைச்சகத்தில் சுற்றுச்சூழல் தாக்க மதிப்பீட்டிற்கான தனிப்பிரிவு உள்ளது. இதில் மூன்று பிரிவுகள் உள்ளன. அவையாவன.

தாக்க மதிப்பீடு பிரிவு – I

இது ஆற்றுப்பள்ளத்தாக்குத் திட்டங்கள், பெரும் நீர்ப்பாசனத்திட்டங்கள், நீர் மின் நிலையத்திட்டங்கள் போன்றவற்றைக் கவனிக்கும்.

தாக்க மதிப்பீடு பிரிவு-II

இது தொழிற்சாலைத்திட்டங்கள், அனல் மின்சாரத் திட்டங்கள் மற்றும் சுரங்கம் தொடர்பான திட்டங்களைக் கவனிக்கும்.

தாக்க மதிப்பீட்டு பிரிவு-III

துறைமுகங்கள், சுற்றுலாத்திட்டங்கள், மனிதர்கள் குடியிருப்புத் திட்டங்கள், சுற்றுச்சூழல் பாதிப்படையக் கூடிய பகுதிகள் மற்றும் தொலைத் தொடர்புத் திட்டங்கள் போன்றவற்றைக் கவனிக்கும்.

பெரும் வளர்ச்சித்திட்டங்களுக்கு ஒப்புதல் பெற சுற்றுச்சூழல் மற்றும் வனத்துறை அமைச்சகத்தில் பலத்துறைகள் சார்ந்தச் சுற்றுச்சூழல் தரமதிப்பீட்டுக்குழு (Multi disciplinary Environmental appraisal committee – EAC) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் கீழ்க்கண்ட துறைகள் உள்ளன.

a. ஆற்றுப்பள்ளத்தாக்கு, பலநோக்குத் திட்டங்கள், நீர்ப்பாசனம் மற்றும் நீர் மின்சாரம்.

b. தொழில்துறை, சுரங்கத்துறை, அனல் மின்சாரத் திட்டங்கள் போன்றவை.

சுற்றுச்சூழல் தாக்க மதிப்பீட்டு அறிவிக்கை 1994ன் பட்டியல் III ன் வழிமுறைகளின் படி சுற்றுச்சூழல் தாக்க மதிப்பீடு செய்ய வல்லுநர் குழுவை (expert committee) அமைக்க வழி உள்ளது.

I. இக்குழுவில் கீழ்கண்ட துறைகளின் வல்லுநர்கள் உறுப்பினர்களாகச் சேர்க்கப்படுவார்கள்.

அ. சூழ்நிலை மண்டல மேலாண்மை.

ஆ. காற்று / நீர் மாசுக் கட்டுப்பாடு.

இ. நீர் வள ஆதார மேலாண்மை.

ஈ. தாவர / விலங்கின பாதுகாப்பு மற்றும் மேலாண்மை.

உ. நிலப்பயன்பாட்டுத் திட்டங்கள்.

ஊ. சமூக அறிவியல் / மறுசீரமைப்பு.

எ. திட்டத்தர மதிப்பீடு

ஏ. சூழ்நிலையியல்

ஐ. சுற்றுச்சூழல் நலத்துறை.

ஒ. குறிப்பிட்ட துறையின் அறிஞர்கள்.

ஓ. அரசு சாரா நிறுவனப் பிரதிநிதிகள் / சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகள் சம்பந்தப்பட்ட நபர்கள்.

(2) நல்ல அனுபவமும் சிறப்புத் தகுதியும் உடைய சுற்றுச்சூழலியல் அறிஞர் அல்லது பரந்த நிர்வாக அனுபவம் கொண்ட தொழில்நுட்பத்துறை வல்லுநர் ஒருவர் தலைவராகச் செயலாற்றுவார்.

3) IAA பிரதிநிதி ஒருவர் உறுப்பினர் செயலராகச் செயல்படுவார்.

4) ஒரு குழுவில் 15 உறுப்பினர்கள் இருப்பார்கள்.

EIA ஆவணம் தயாரித்தல் :-

EIA ஆவணத்தயாரிப்பில் கீழ்க்கண்ட தலைப்புகளும் அவற்றிற்கான விளக்கங்களும் இருக்க வேண்டும்.

1. முகப்புத் தாள் (Cover page).
2. கருத்துச் சுருக்கம் (abstract).
3. உள்ளடக்கப் பட்டியல் (Table of content).
4. தொடக்கவுரை.
5. நோக்கமும் தேவையும்.
6. கிடைக்கக்கூடிய மாற்றுத்திட்டங்கள் (available alteratives).

7. மாற்றுத் திட்டங்களின் ஒப்புமை.

8. பாதிப்பிற்குள்ளான சுற்றுச்சூழலும் அதன் விளைவுகளும்.

9. தீய விளைவுகளைக் குறைத்தலும் மற்றும் அதற்கான செயல் திட்டங்களும்.

10. குறிப்புரை மற்றும் குறிப்புரைக்கான மறுவினை.

11. மேற்கோள் குறிப்புகள் (References)

12. அட்டவணை (index).

13. பிற்சேர்க்கைகள் (appendices)

    a. நடத்தப்பட்ட கூட்டங்களின் நடவடிக்கைக் குறிப்புகள்.

    b. EIA அறிக்கை அனுப்பப்பட வேண்டிய நபர்கள் / நிறுவனங்களின் பட்டியல்.

அத்தியாயம் – 9

வனவிலங்குகளின் பாதுகாப்பு (Wild life conservation)

முன்னுரை:-

மனிதனின் நேரடிக் கட்டுப்பாட்டிற்குள் அடங்காத அனைத்து உயிரினங்களும் காணுயிரிகள் அல்லது வனவிலங்குகள் (Wild life) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இதில் மனிதர்களால் பயிரிடப்படாத அல்லது வளர்க்கப்படாத தாவரங்களும் விலங்குகளும் அடங்கும். இந்தியா வளமையான பல்லுயிர்த்தொகுப்பினையும் வெப்பமண்டல மழைக்காடுகள் முதல் பனிமூடிய மலைகள் வரையிலும் மிதவெப்பமண்டலக்காடுகள் முதல் கடற்கரையோரச் சதுப்பு நிலங்கள் வரையிலும் பாலைவனங்கள் முதல் தீவுகள் வரையிலும் உள்ள பல்வேறு வகை வாழிடங்களைப் பெற்றிருக்கின்றது. உலகம் முழுவதிலும் உள்ள 24 முக்கியமான வாழிடங்களில் இந்தியா இரண்டைப் பெற்றுள்ளது. அவை மேற்குத்தொடர்ச்சி மலையும் வடகிழக்கு இமயமலையும் ஆகும். இதைத்தவிர உலகின் பெரும் உயிரினப்பன்மய (Megabiodiversity) நாடுகளில் இந்தியாவும் ஒன்று.

உலகிலேயே ஐந்து விலங்குப்புவியியல் மண்டலங்களையும் (Zoogeographic zones) கொண்ட நாடு இந்தியா மட்டும்தான். அவை.

1. பனிச்சமவெளி (Tundra) –

இது பனியும் பனிக்கட்டிகளும் கொண்ட வடமுனையாகும்.

2. உயர்மலைச்சாரல் மண்டலம் (Alpine zone) –

இது வெப்பமண்டல மழைக்காடுகளையுடைய வடகிழக்குப் பகுதியாகும்.

3. வெப்பப்புல்வெளி (Savanna)களும் வெப்பமண்டல இலையுதிர் காடுகளும்: –

இதில் தார்ப்பாலைவனமும் குறைவறட்சிப் (Semiarid) பகுதிகளும் அடங்கும்.

4. சதுப்புநிலம் (Mangroves)–

இதில் சுந்தரவனக்காடுகள் அடங்கும்.

5. சமவெளி –

இதில் கங்கைச் சமவெளியும் தட்சிண மேட்டு நிலமும் (Deccan platean) அடங்கும்.

இந்தியக்காடுகளில் மிகச் சிறப்பான மற்றும் அரிதான பல விலங்குகள் உள்ளன. அவற்றில் முக்கியமானவை சில கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. 1. காஷ்மீர் மான் (Hangul), 2. ஒற்றைக்கொம்புக் காண்டாமிருகம், தங்கநெடுவாற்குரங்கு (Golden Langur), சதுப்புநில மான் (Swamp deer), பனிச்சிறுத்தை, வரகுக்கோழிகள் (Great Indian bustards), நெடுமூக்கு முதலைகள் (Gavialis), முள்முயல் (Hispid hare), ஆசிய யானைகள், ஆலிவ் ரிட்லி கடல் ஆமைகள், காட்டுக்கழுதைகள், புலி, சிங்கம், காட்டெருமைகள், காட்டு நாய்கள், சிங்கவால் குரங்கு, தேவாங்கு, நண்டுண்ணும் குரங்கு ஆகியவை.

அரிய வன விலங்குகள் அழிந்துபோக முக்கியக் காரணங்களாவன:-

1. காடுகள் அழிக்கப்படுதல்:-

பெருகிவரும் மக்கள்தொகைக்கு ஏற்ப குடியிருப்புகள் அமைக்கவும், மரச்சாமான்கள் தயாரிக்கவும், எரிபொருளுக்காகவும், சாலைகள் அமைக்கவும் சுரங்கங்கள் தோண்டவும் காடுகள் அழிக்கப்படுகின்றன.

2. வண்டல் மற்றும் தூசிப்படிவுகள்:-

வறட்சி, வெள்ளம், ஆக்கிரமிப்பு, விவசாயம், நீர்வளர்ப்பு, பாசனத்திற்காக நீர் திருப்பிவிடப்படுதல் மற்றும் சுற்றுலா போன்றவை சதுப்புநிலங்களையும் சதுப்புநிலக் காடுகளையும் அழிக்கின்றன.

3. சுற்றுச்சூழல் மாசடைதல்

நகரங்கள், தொழிற்சாலைகள், அணுமின்சார மற்றும் அனல் மின்சார நிலையங்களில் இருந்து வெளியேறும் கழிவுநீர், கடலில் எண்ணெய் சிந்துதல், சிறுமீன்கள் மற்றும் சிறுஉயிரிகள் பிடிக்கப்படுதல், அணுகலன்கள் செய்யப்பயன்படும் கடற்சிப்பிகள் மற்றும் முத்துச்சிப்பிகள் போன்றவற்றை

அளவுக்கதிகமாக சேகரித்தல், ஏற்றுமதிக்காக அளவுக்கதிகமாக சேகரிக்கப்படும் கடற்பாசிகள் மற்றும் கடல் விசிறிகள் போன்ற செயல்கள் கடல்வாழ் உயிரிகளை மிகவும் பாதிக்கின்றன. கனரக உலோக மாசுபடுத்திகள், உயிரியக்கொல்லிகள், கரிமக் கழிவுப் பொருட்கள் மற்றும் ஆற்றுப்படுகைகளில் மண் அள்ளப்படுதல் போன்றவை நமது ஆறுகளை மிகவும் பாதித்துள்ளன.

4. அளவுக்கதிகமாக உயிரிகளைச் சுரண்டுதல்:-

கட்டுமான வேலைகளுக்குப் கச்சாப் பொருளாகப் பயன்படுத்துவதற்காக பவழப்பாறைகள் உடைக்கப்படுகின்றன. செம்பவழங்கள் ஆபரணங்கள் செய்யப்பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வீட்டு அலங்காரப் பொருட்கள் செய்யவும் பவழப்பாறைகள் பயன்படுகின்றன. மீன்காட்சியகங்களில் வணிக ரீதியாக மீன்களும் பிற உயிரிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எனவே பவழப்பாறைகள், கடல் அலங்கார மீன்கள் போன்றவையும் வேகமாக அழிந்து வருகின்றன.

5. கனரக உலோக மாசுபடுத்திகள், உயிரியக் கொல்லிகள், கரிமக் கழிவுப்பொருட்கள் மற்றும் ஆற்றுப் படுகைகளில் மண் அள்ளப்படுதல் போன்றவை நமது ஆறுகளை மிகவும் பாதித்துள்ளன.

6. கல்வியறிவின்மை:-

சுற்றுச்சூழல்கல்வி மற்றும் வனவிலங்குப் பாதுகாப்பு அவற்றின் மேலாண்மை போன்றவற்றில் மக்களுக்கு சரியான கல்வி அறிவு இல்லாததால் அவற்றின் முக்கியத்துவம் பெரும்பாலான மக்களுக்கு இன்னும் புரியவில்லை.

IUCN (International union for conservation of nature and natural resources) என்னும் "இயற்கை மற்றும் இயற்கை வளங்களின் பாதுகாப்பிற்கான சர்வதேச ஒன்றியம்" செந்தரவு புத்தகத்தை (Red data book)வெளியிடுகிறது. இப்புத்தகத்தில் உலகம் முழுவதும் உள்ள அரிய மற்றும் அருகி வரும் விலங்கினங்கள் குறித்த விவரங்கள் தொகுக்கப்பட்டு பட்டியலிடப்பட்டுள்ளது. இந்தியாவில் மட்டும் சுமார் 600 சிற்றினங்கள் இடம் பெற்றுள்ளன. 17ம் நூற்றாண்டில் இந்தியாவில் 13,000 பாலூட்டிகள் மற்றும் பறவையினங்கள் இருந்ததாகவும் இப்போது வெறும் 390 சிற்றினங்கள் மட்டும் உள்ளதாகவும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. மலைக் காடை (mountain quail), செந்தலை வாத்து (pink headed duck), சிறு ஒற்றைக்கொம்பு காண்டாமிருகம் (lesser one horned rhinos), புள்ளிச் சிறுத்தை (spotted cheetah) போன்றவை அழிந்துவிட்ட விலங்குகளில் சில ஆகும். 1952ல்

13 ஆக இருந்த அழியும் நிலையில் உள்ள விலங்குகளின் எண்ணிக்கை தற்போது 600 ஆக உயர்ந்துள்ளது. நெற்றிக் கொம்பு மான் (Brow antlered deer), முள்முயல், சிங்கவால் குரங்கு போன்ற அரிய வன விலங்குகள் அழியும் நிலையில் உள்ளன. உலகம் ஒவ்வொரு ஆண்டும் ஏதாவது ஒரு உயிர் வகையை இழந்து வருகின்றது. உயிரினங்கள் அழிதல் என்பது இயற்கையாக நடக்கக் கூடியதுதான். பல மில்லியன் ஆண்டுகளாக உலகை ஆண்டுவந்த டைனோசார்கள் கூட அழிந்துவிட்டன. எனவே உயிரினங்கள் அழிந்துபோதல் அல்லது அற்றுப்போதல் என்பது நம்மால் தடுக்க இயலாத இயற்கை நிகழ்வுகள்தான். ஆனால் இந்த 21ம் நூற்றாண்டில் மனிதர்களால் இயற்கைக்கு முரணாக நிகழும் இந்த இனமற்றுப்போதலை நம்மால் தடுக்க இயலும். தடுக்க வேண்டும்.

விலங்குகளின் பாதுகாப்பு

இந்திய விடுதலைக்குப் பிறகு தொழில் வளர்ச்சித் திட்டங்களின் காரணமாக காடுகள் அழிக்கப்பட்டன. ஆறுகளின் மேல் அணைகள் கட்டப்பட்டன. இதன் காரணமாக பெரும் பரப்புகள் நீருக்குள் மூழ்கியதால் அங்கிருந்த விலங்குகளும் தாவரங்களும் அழிக்கப்பட்டன. 1949ல் இந்திய அரசு மத்திய வனவிலங்கு வாரியத்தை (central board for wild life – CBW) அமைத்தது. 1952ல் அது இந்திய வனவிலங்கு வாரியம் (Indian Board of Wild life) (IBWL) என்று பெயர் மாற்றியமைக்கப்பட்டது. இதன் குறிக்கோள் பின்வருமாறு.

1. சட்டம் மற்றும் பிற நடவடிக்கைகள் மூலம் காட்டு விலங்குகளைக் காப்பாற்றுதல்.

2. தேசியபூங்காக்கள், சரணாலயங்கள் மற்றும் விலங்கியல் தோட்டங்களை அமைத்தல்.

3. வனவிலங்குக் கல்வியை அளித்தல் மற்றும் வனவிலங்குகளின் மீது ஆர்வத்தை பொது மக்களுக்கு ஏற்படுத்துதல்.

4. வனவிலங்கு ஏற்றுமதி இறக்குமதிக் கொள்கை உருவாக்குதல்.

5. தேசிய சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு கொள்கை உருவாக்குதல் மற்றும் தேசிய வனக்கொள்கையை மறு ஆய்வு செய்தல்.

IBWLன் தலைவராக எப்போதும் பிரதம மந்திரி செயல்படுவார். இந்த வாரியத்தின் கீழ் "மாநில வனவிலங்கு அறிவுரை வாரியம்" (State advisary board)

இயங்கும். இதில் விஞ்ஞானிகள், இயற்கை ஆர்வலர்கள், பொதுமக்களில் சிலர் ஆகியோர் உறுப்பினர்களாக இருப்பர். வாரியமானது வனவிலங்குகள் தொடர்பான அனைத்து கொள்கைகளிலும் அரசுக்கு ஆலோசனைகள் அளிக்கும். வனவிலங்குகளின் பாதுகாப்பு மற்றும் மேலாண்மைக்கு வனத்துறையினர் பொறுப்பாவர். இந்தியா போன்ற பெரிய நாடுகளில் வனவிலங்குகளின் பாதுகாப்பிற்கு IBWL மட்டும் போதுமானதாக இருக்கவில்லை. எனவே 1972ம் ஆண்டு வனவிலங்குப் பாதுகாப்புச் சட்டம் இயற்றப்பட்டது. இச்சட்டத்தின்படி வனவிலங்குகளை வேட்டையாடுதல் தண்டனைக்குரிய குற்றம் ஆகும். மேலும் இச்சட்டம் சுற்றுச்சூழல் மற்றும் வனவிலங்குகளைப் பாதுகாக்க அரசு மற்றும் அரசு சாரா நிறுவனங்களுக்கு வாய்ப்பு அளித்தது. இச்சட்டம் இயற்றப்பட்டதால் முதன்மை வனவிலங்குக் காப்பாளர் (Chief wildlife warden) மற்றும் வனவிலங்குக் காப்பாளர் போன்ற பதவிகள் ஏற்படுத்த அடித்தளம் அமைக்கப்பட்டது. மேலும் இச்சட்டத்தின்படி "மாநில வனவிலங்கு வாரியம்" அமைக்கவேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டது. தற்போது அனைத்து மாநிலங்களும் தேசிய பூங்காக்கள், வனவிலங்குச் சரணாலயங்கள் அமைத்து பராமரித்து வருவதால் நிலைமை முன்னேறியுள்ளது. மத்திய அரசில் சுற்றுச்சூழல் மற்றும் வனத்துறை அமைச்சகம் உள்ளது. இது வனவிலங்குகள் மற்றும் காடுகளின் 1) பாதுகாப்பு மற்றும் அளக்கை (Survey) 2) மாசடைதலைத் தடுத்துக்கட்டுப்படுத்துதல், 3) காடு வளர்த்தல் மற்றும் பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகளை மீண்டும் சீராக்குதல், 4) சட்டத்தின் மூலம் சுற்றுச்சூழலைப் பாதுகாத்தல் போன்ற பணிகளைச் செய்கிறது.

வனவிலங்குப் பாதுகாப்புச்சட்டம் 1972ன் படி விலங்குகள் 5 பட்டியல்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. பட்டியல் I மற்றும் II ல் இடம் பெற்றுள்ள அழியும் நிலையில் உள்ள விலங்குகளில் சில மட்டும் இங்கே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

பட்டியல் Iல் இடம்பெற்றுள்ள விலங்குகள்:-

பாலூட்டிகள்:-

1. அந்தமான் காட்டுப்பன்றி – Sus *andamanensis*
2. இரலை மான் - Antelope *Cervicapra*
3. பழுப்பு நெற்றிக்கொம்பு மான் - Cervus *eldi*
4. இமயமலைய பழுப்புக்கரடி - Ursus *arctos*

5. காட்டுப் பூனை - Felis *Caracal*

6. சிறுத்தைப்புலி - Acinonyx *jubatus*

7. இந்திய நவ்வி - Gazella *gazella bennetti*

8. நண்டு தின்னிக்குரங்கு - macaca *irus umbrosa*

9. பாலைவன நரி - Vulpes *bucopus*

10. நாற்கொம்பு மறிமான் - Tetraceros *quadricorins*

11. கீரி - Mustela *erminea*

12. இந்தியக் காட்டெருமை - Bos *gaurus*

13. இராட்சத அணில் - Ratufa *macroura*

14. இமாலய நாரை - Capra *ibex*

15. இமாலய தார் - Hermitragus *jemlahicus*

16. இந்திய யானை - Elephas *maximus*

17. இந்தியச் சிங்கம் - Panthera *leo*

18. இந்தியக் கழுதைப்புலி - Equus *hemionous khur*

19. இந்திய ஓநாய் - Canis *lupus*

20. காஷ்மீர்மான் - Cervus elaphus *hangul*

21. இலைக்குரங்கு - Presbytis *phayrei*

22. செங்கரடி - Ailurus *fulgens*

23. சிங்கவால் குரங்கு - Macaca *silenus*

24. தேவாங்கு - Loris *tardigradus*

25. மலபார் புனுகுப்பூனை - Viverra *megaspila*

26. குள்ளம்பன்றி - Sus *salvanius*

27. காண்டாமிருகம் - Rhinoceros *unicornis*

28. பனிச்சிறுத்தை - Panthera *uncia*

29. பரிதிக்கரடி - Helarctos *malayanus*

30. சுண்டெலிமான் - Tragulus *meminna*

31. கஸ்தூரி மான் - Moschus *moschiferus*

32. புலி - Panthera *tigris*

33. சதுப்புநில மான் - Cerves *duvauceli*

34. சலீம் அலியின் பழந்தின்னி வவ்வால்– Latidens *salimali*

35. காட்டெருமை - Bubalus *bubalus.*

ஊர்வன மற்றும் இருவாழ்விகள்

1. வரானஸ் - Varanus *griseus*, varanus *flavescens*

2. முதலை - Crocodile *porosus*, C. *palustris.*

3. கங்கை நெடுமூக்கு முதலை - Gavialis *gangeticus*

4. கங்கை மென்ஓடு ஆமை - Trionyx *gangeticus*

5. முட்டைஉண்ணும் இந்தியப் பாம்பு - Elachistodon *westermanni*

6. கேரள ஊணாமை - *Hoesemys sylratiea*

7. மலைப்பாம்பு - Python

8. நீர் உடும்பு - Varanus *salvator*

பறவைகள்

1. அந்தமான் காட்டுவாத்து - Anas *gibberifrons*

2. அஸ்ஸாம் மூங்கில் கௌதாரி - Bambusicola *fytchii*

3. கருப்புக்கழுத்துக்கொக்கு - Grus *nigricollis*

4. தாமரைக் கோழி - Catreus *wallichi*

5. வெண்கொக்கு - Ciconia *ciconia*

6. வரகுக்கோழி - Choriotis *nigriceps*

7. வல்லூறு - Falco *species*

8. நிகோபார் புறா - Caloenas *nicobarica*

9. மலைக்காடை - Ophrysia *supercilios*

10. செந்தலை வாத்து - Rhodonessa *saryophyllacea*

11. சைபீரியா வெள்ளைக் கொக்கு - Grus *leucogeranus*

12. வெள்ளைக் கரண்டி வாயன் - Platalea *leucorodia.*

13. பெருங்கழுகு - Gyps *bengalensis*

14. வெள்ளை வயிற்றுப் பூநாரை - Ardea *insignis*

பட்டியல் – II

1. அஸ்ஸாம் குரங்கு - Macaca *assamensis*

2. வங்காள முள்ளம்பன்றி - Altherurus mecrourus *assamensia*

3. தொப்பிக் குரங்கு - Macaca *radiata*

4. கடல் வாழ் பாலூட்டிகள் - Cetacean spp

5. இமாலய சலமாண்டர் - Tyletotrition *verrucosus*

6. பன்றிவால் குரங்கு - Macaca *nemestrina*

7. ரீசஸ் குரங்கு - Macaca *mulatta*

8. காட்டு நாய் - Cuon *alpinus*

9. பச்சோந்தி - Chameleon *calcaratus*

10. முள்வால் உடும்பு - Uromastix *hardwickii*

பகுதி – II

1. புனுகுப்பூனை (மலபார் புனுகுப்பூனையைத் தவிர விவரிடேவைச் சேர்ந்த அனைத்துச் சிற்றினங்களும்)	- all species of *Viverridae* except Malabar *civet*.
2. நரி	- Vulpes *bengalensis*
3. பறக்கும் அணில்	- Species of Bulopetes, Petaurista, Pelomys and Eupeliaurus
4. இராட்சத அணில்	- Ratufa *indica*
5. இமயமலைப் பழுப்புக்கரடி	- Ursus *arctos*
6. இமயமலைக் கருங்கரடி	- Selenarctos *thibetanus*
7. ஓநாய்	- Canis *aureus*
8. நீர்நாய்	- Lutra *perspicillata*
9. மரநாய்	- Volmela *peregusna*
10. செந்நரி	- Vulpes *vulpes*
11. ஸ்பெர்ம் திமிங்கிலம்	- Physeter *macrocephalus*
12. நாய்த்தலை நீர்ப்பாம்பு	- Cerberus *rhynchopi*
13. ராஜநாகம்	- raja h*annah*
14. ரஸ்ஸலின் விரியன்	- Vipera *russelli*
15. வரானஸ்	- Varanus

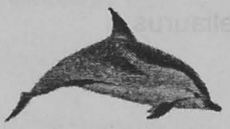
சிறுத்தைப் புலி

வெண்கொக்கு

காட்டுநாய்

கங்கை நெடுமூக்கு முதலை

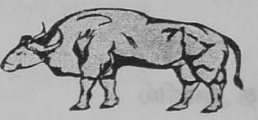
பெருங்கழுகு



டால்பின்

பனிச் சிறுத்தை

வரகுக் கோழி



காட்டெருமை

கஸ்தூரி மான்

சிங்கம்

காண்டாமிருகம்

இமயமலை கருங்கரடி

சைபீரியக் கொக்கு

புலி

சுண்டெலி மான்

இமயமலைப் பழுப்புக் கருங்கரடி

வல்லூறு

மலபார் புனுகுப்பூனை

மரநாய்

திமிங்கிலம்

காட்டு அணில்

புலித்திட்டம் (Project tiger):-

வனவிலங்குகளுக்கான இந்திய அடையாளமான புலி 1970ம் ஆண்டுவாக்கில் இந்தியா மற்றும் சர்வதேச நாடுகளின் கவனத்தை ஈர்த்தது. இந்தியாவில் 40,000 வரை இருந்த புலிகளின் எண்ணிக்கை 1960களின் கடைசியில் வெறும் 2100 முதல் 1800 ஆகக் குறைந்தது. 1970களில் IUCN (International Union for conservation of Nature and natural resources)

புதுடில்லியில் நடத்திய கூட்டம் புலிகள் குறித்த சர்வதேசக் கவனத்தை ஈர்த்தது. 1973ல் உலக வனவிலங்கு நிறுவனம் [World wild life foundation] புலிகளின் பாதுகாப்பிற்காக ஒரு இயக்கத்தைத் தொடங்கியது. அப்போதைய பிரதம மந்திரியான திருமதி. இந்திராகாந்தி இவ்வியக்கத்தை ஆதரித்து 1971ம் ஆண்டு புலிகள் வேட்டையாடப்படுவதைத் தடைசெய்தார். மேலும் இந்திய அரசாங்கம் புலிகளைப் பாதுகாக்கும் திட்டம் ஒன்றை வெளியிட்டது. இதன் தொடக்கமாக புராஜெக்ட் டைகர் **(Project tiger)** என்னும் பெயரில் 10 பாதுகாப்புபகுதிகள் உருவாக்கப்பட்டன. இப்போது 27 பகுதிகளாக உயர்ந்துள்ளது.

புலிகளின் மூன்று துணைச் சிற்றினங்கள் ஏற்கனவே அழிந்து விட்டன. தற்போது 5 துணைச்சிற்றினங்கள் மட்டும் வாழ்ந்துவருகின்றன. அவை வங்காள தேசம், பூட்டான், கம்போடியா, சீனா, இந்தியா, இந்தோனேஷியா, மலேஷியா, மியான்மார், வடகொரியா, நேபாளம், ரஷ்யா, தாய்லாந்து மற்றும் வியட்நாம் போன்ற நாடுகளில் பரவிக் காணப்படுகின்றன. உலகத்திலுள்ள புலிகளின் மொத்த எண்ணிக்கையில் பாதிக்குமேல் இந்தியாவில் உள்ளன. 1993 வரை இந்தியாவில் 3750 புலிகள் இருந்ததாகவும், சமீபத்தில் எடுக்கப்பட்ட கணக்கெடுப்பின்படி வெறும் 1411 மட்டும் உள்ளன என்றும் தகவல்கள் கூறுகின்றன.

வேட்டையாடுதல், மரத்தொழில், வாழிடம் அழிக்கப்பட்டது போன்ற காரணங்களால் புலிகள் அழிவின் விளிம்பு வரை வந்துவிட்டன. எனவே 1972ல் சிங்கத்திற்குப் பதிலாக. புலி தேசிய விலங்காக அறிவிக்கப்பட்டது. பின்னர் 1973ல் புலிகள் பாதுகாப்புப் பகுதிகள் (reserves) ஆரம்பிக்கப்பட்டன. தற்போது 33000 ச.து.மீ பரப்பளவில் புலித்திட்டம் செயல்படுத்தப்படுகிறது. இத்திட்டத்தின் மூலம் வேறுசில விலங்குகளும் பாதுகாக்கப்பட்டன. எ.கா. பெரியாரில் யானைகள், மனஸ் பகுதியில் காண்டாமிருகம், இந்திராவதியில் காட்டெருமை, போன்றவை. புலித்திட்டத்தின் முக்கிய நோக்கம் சூழ்நிலை மண்டலத்தின் அனைத்துக் கூறுகளும் பாதுகாக்கப்படவேண்டும் என்பதே. ஏனெனில் காடும் காட்டில் வாழும் உயிரிகளும் ஆரோக்கியமான நிலையில் இருக்கின்றன என்பதன் அடையாளம் புலியாகும்.

சிங்கத் திட்டம் (Project Lion)அல்லது அரிமாத் திட்டம்:–

சிங்கங்கள் (பாந்தீரா லியோ – Panthera leo) வட மற்றும் மத்திய இந்தியாவில் வாழ்ந்தன. ஆனால் இப்போது குஜராத்தின் கத்தியவாரில் உள்ள கிர் காடுகளில் (Gir forest) மட்டும் காணப்படுகின்றன. 1947ல் சிங்கங்களின் எண்ணிக்கை 180 ஆக இருந்தது. 1972ல் இத்திட்டம் தொடங்கப்பட்டது. பின்னர்

258.7 ச.கி.மீ பரப்பில் தேசியப்பூங்கா தொடங்கப்பட்ட பிறகு, 1979ல் சிங்கங்களின் எண்ணிக்கை 205 ஆக உயர்ந்தது. ஆரம்பத்தில் சிங்கங்கள் வேட்டையாடப்பட்டதால் அவற்றின் எண்ணிக்கைக் குறைந்தது. ஆனால் பருவகாலங்களில் ஆயிரக் கணக்கான கால்நடைகள் கிர் காடுகளுக்குள் மேய்ச்சலுக்கு அனுமதிக்கப்பட்டதால் அவை காட்டின் பிற தாவர உண்ணிகளுக்கான தீவனத்திற்கு போட்டியிட்டது மட்டுமல்லாமல் நீர்நிலைகளை மாசுபடுத்தி நோய்களைப் பரப்பின. இதனால் தாவர உண்ணிகளின் எண்ணிக்கை குறைந்து சிங்கங்கள் பாதிக்கப்பட்டன. இதனால் இயற்கை உணவு கிடைக்காததால் சிங்கங்கள் கால்நடைகளை உண்ணத் தொடங்கின. எனவே கால்நடை சொந்தக் காரர்களுக்கும் பூங்கா நிர்வாகத்தினருக்கும் பிரச்சினைகள் ஏற்பட்டன. இது போன்ற காரணங்களால் சிங்கத்தின் உயிர்த்தொகை எண்ணிக்கை உயராமல் போனது. எனவே புலித்திட்டம் போல் சிங்கத்திட்டம் வெற்றிபெறவில்லை.

முதலைத் திட்டம் (Project crocodile):-

டாக்டர் H.R. பஸ்டார்ட் [Dr. H.R.Bustard] அவர்களின் பரிந்துரைப்படி FAO மற்றும் UNDP[United Nations Development Program] யின் ஒத்துழைப்புடன் இந்திய அரசு 1975ம் ஆண்டு முதலைத்திட்டத்தைத் தொடங்கியது. இந்தியாவில் மூன்று சிற்றினங்கள் மட்டுமே உள்ளன. அவை கேவியாலிஸ் கேஞ்சட்டிக்கஸ் (Gavialis *gangeticus*), குரோக்கோடைலஸ் பாஹிஸ்ட்ரிஸ் (Crocodylus *pahistris*), மற்றும் குரோக்கோடைலஸ் போரோசஸ் (Crocodylus *porosus*) ஆகியவையாகும். இம்மூன்று சிற்றினங்களும் அழியும் ஆபத்திலுள்ளவை என்று 1971ம் ஆண்டு அறிவிக்கப்பட்டது. முதன்முதலில் முதலைப்பண்ணை ஓரிசாவில் ஆரம்பிக்கப்பட்டது. பின்னர் பல மாநிலங்களிலும் முதலைப் பண்ணைகள் தொடங்கப்பட்டன.

முதலைத்திட்டத்தின் முக்கிய குறிக்கோள்களாவன:-

1. முதலைப் பண்ணைகள் அமைக்கச் சரியான இடம் தேடுதல்.
2. முதலை முட்டைகளைச் சேகரித்தல்
3. அவற்றைப் பொரிப்பகங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லுதல்
4. முதலைக்குட்டிகளை வளர்த்தல்.

5. அவை தனித்து வாழத் தயாராகும் போது குட்டிகளை நீர் நிலைகளில் விடல்.

1976 முதல் 1980 வரை 2700 கேவியாலிஸ் முதலைகளும், 600 குரோக்கடைலஸ் போரோசஸ் முதலைகளும் 900 குரோக்கடைலஸ் பாஹிஸ்ட்ரிஸ் முதலைகளும் நீரில் விடப்பட்டன. இன்று ஒரிஸா, உத்திரப்பிரதேசம் மற்றும் மேற்கு வங்காளம் போன்ற மாநிலங்களில் முதலைப் பண்ணைகள் வெற்றிகரமாக செயல்பட்டு வருகின்றன. சென்னையில் R. விட்டேக்கர் (R. whittaker) என்பவர் மிகப்பெரிய அரசுசாரா முதலைப் பண்ணையை நடத்தி வருகிறார்.

யானைத்திட்டம் (Project Elephant):-

நிலவாழ் விலங்குகளில் பெரிய விலங்கான யானையின் (*Elephas maximus*) வாழிடங்களை மீட்பதற்காக சுற்றுச்சூழல் மற்றும் வனத்துறை அமைச்சகம் யானைத்திட்டத்தை தொடங்கியது. இன்று இந்தியாவில் 18000 முதல் 22000 யானைகள் உள்ளன. அஸ்ஸாம், அருணாச்சலபிரதேசம், மேகாலயா, திரிபுரா, மேற்கு வங்காளம், பீகார், ஒரிஸ்ஸா, உத்திரப்பிரதேசம், கர்நாடகா, கேரளா மற்றும் தமிழ்நாடு ஆகிய மாநிலங்களில் யானைகள் வாழ்கின்றன.

கஸ்தூரிமான் திட்டம் (Project Musk deer- Moschus *Moschiferus*):-

கஸ்தூரி எனப்படும் ஒரு வித வாசனைப் பொருளைச் சுரக்கும் இம்மானின் வாழிடங்கள் அழிக்கப்பட்டதால் இவை தற்போது பாதுகாக்கப்பட்ட இடங்களில் மட்டும் உள்ளன. ஒரு காலத்தில் இவை வட இந்தியா, நேபாளம், பூட்டான் திபெத் மற்றும் பர்மா போன்ற பகுதிகளில் வாழ்ந்தன. தற்போது இந்தியாவில் ஜம்மு–காஷ்மீர் மற்றும் ஹிமாச்சல பிரதேசத்தின் ஒரு பகுதியில் மட்டும் மிகவும் குறைவான எண்ணிக்கையில் வாழ்கின்றன. 1974ல் கேதார்நாத் சரணாலயத்தில் இத்திட்டம் தொடங்கப்பட்டது.

மணிப்பூர் நெற்றிக் கொம்பு மான் திட்டம் (Project Manipur Brow Antlered Deer):-

சாங்காய் (Sangai) (*Cervus eldi eldi*) என்று அழைக்கப்படும் இம்மான் இந்தியாவில் மட்டும் காணப்படும் அரிய வகை பாலூட்டிகளில் ஒன்றாகும். ஆரம்பத்தில் மணிப்பூர் ஆட்சியாளர்களால் பாதுகாக்கப்பட்ட இம்மான் பின்னர் ஆங்கிலேயராலும் வட்டார மக்களாலும் வேட்டையாடப்பட்டதால் அருகிவிட்டதாக (extinct) 1950ம் ஆண்டு அறிவிக்கப்பட்டது. பின்னர் மீண்டும் மணிப்பூரில் உள்ள கீபுல் லம்ஜாவ் (Keibu lamjao) என்னும் பகுதியில் தென்பட்டது. 1954ல்

சரணாலயமாக அறிவிக்கப்பட்ட இப்பகுதிக்கு 1977ல் தேசிய பூங்கா அந்தஸ்து அளிக்கப்பட்டது. தற்போது 49 மான்கள் இப்பூங்காவில் உள்ளன.

ஹாங்குல் திட்டம் (Project Hangul):-

ஹாங்குல் மான்கள் (Cervus hangul) ஜம்மு காஷ்மீரிலும் இமாச்சல பிரதேசத்திலும் வாழ்கின்றன. 1940ல் 3000 வரை இருந்த இம்மான்களின் எண்ணிக்கை 1970ல் 170 ஆகக் குறைந்தது. 1970ம் ஆண்டு இந்திய அரசு ஹாங்குல் திட்டத்தை அறிவித்தது. டச்சிகம் சரணாலயத்தில் (Dachingam sanctuary) இவை உள்ளன. சிறந்தமுறையில் பாதுகாக்கப்பட்டதால் 1978ல் 320 ஆக இருந்த இதன் எண்ணிக்கை 1980ல் 347 ஆக உயர்ந்தது.

சிங்கவால் குரங்குத் திட்டம் (Project Lion tailed Macaque):-

மிகவும் ஆபத்திலுள்ள மக்காக்கோ சைலீனஸ் (Macaco silenus) என்னும் கிங்கவால் குரங்கு மிகவும் கூச்சசுபாவம் உள்ளது. பெயருக்கேற்றபடி இக்குரங்கின் வால் மட்டுமின்றித் தலையைச்சுற்றிக் காணப்படும் பிடரிமயிரும் சிங்கத்தை ஒத்துக்காணப்படுகிறது. இவை காட்டுமரங்களின் உச்சியில் வாழ்கின்றன. கேரளாவின் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையில் மட்டும் காணப்படும் இக்குரங்கு அழிவின் விளிம்பில் உள்ளது. சிங்கவால் குரங்குளின் மொத்த எண்ணிக்கை 735 முதல் 750 வரை மட்டுமே. மேற்குதொடர்ச்சி மலையில் நீலகிரி, ஆனைமலை, ஏலக்காய்மலை, பெரியார் தேசிய பூங்கா மற்றும் அமைதிப்பள்ளத்தாக்கு ஆகிய பகுதிகளில் மட்டுமே இவை காண்ப்பட்டன. அமைதிப் பள்ளத்தாக்கில் நீர் மின்நிலையம் அமைக்க முற்பட்டபோது ஏற்பட்ட பிரச்சினைகளால் தான் இக்குரங்குகளின் அழிவு வெளிச்சத்திற்கு வந்தது. நீர்மின்நிலையத் திட்டம் கைவிடப்பட காரணமாக இருந்த விலங்குகளில் இது முக்கியமானதாகும்.

சதுப்புநில மான் திட்டம் (Project Swamp Deer):-

அழகிய பெரிய கொம்புகளைக் கொண்டுள்ள இம்மான்கள் (Cervus duvauceli) இந்தியாவில் மட்டும் வாழ்கின்றன. உலகில் வேறு எங்கும் இவை காணப்படுவதில்லை. ஒரு காலத்தில் இந்தியா முழுவதும் பரவியிருந்த இம்மான்கள் இப்போது காஸிரங்கா மற்றும் கன்ஹா காடுகளில் மட்டும் காணப்படுகின்றன. இவற்றை மனிதர்களிடம் இருந்தும் பிற விலங்குகளிடமிருந்தும் பெரிய சுற்றடைப்புகள் (Enclosures) அமைத்து பாதுகாப்பு அளித்ததில் வெற்றிகிட்டியுள்ளது.

தேசியப் பூங்காக்கள் மற்றும் சரணாலயங்கள்

1. கியோலேடியோ தேசிய பூங்கா, பரத்பூர் (Keoladeo national park):-

ராஜஸ்தானில் அமைந்துள்ள இப்பூங்கா முதலில் பரத்பூர் பறவைகள் சரணாலயம் என்றும் கானா பறவைகள் சரணாலயம் என்றும் அழைக்கப்பட்டது. 1982ல் கியோலேடியோ தேசியப்பூங்காவாக அறிவிக்கப்பட்டது. 1985ல் இது யுனெஸ்கோவால் 'உலக பாரம்பரிய அடையாளம்' (World Heritage) என்று அறிவிக்கப்பட்டது. 27 ச.கி.மீ பரப்பளவில் அமைந்துள்ள இப்பூங்கா கடல் மட்டத்தில் இருந்து 370 மீ உயரத்தில் உள்ளது. 350 சிற்றினத்திற்கும் மேற்பட்ட பறவைகள் இங்கு வாழ்கின்றன. இப்பூங்கா அமைந்துள்ள ஏரிக்கு மழைமூலமாகவும் காம்பிர் மற்றும் பாங்காங்கா (Gambhir and Banganga) நதிகள் மூலமாகவும் நீர் வருகின்றது. ஏரிமுழுவதும் கருவேல மரங்கள் நிறைந்துள்ளன. இங்கு நாரைகள், கொக்குகள், கரண்டிவாயன்கள் (spoonbills), நீர்க்காகங்கள், உள்ளான், கத்தரிக்குருவி, பருந்துகள், கழுகுகள் போன்ற பறவைகளும், மலைப்பாம்புகள், கழுதைப்புலிகள், காட்டுப்பன்றிகள், கீரிகள், காட்டுப்பூனைகள், புனுகுப்பூனைகள், ஓநாய்கள், நரிகள், முள்ளம்பன்றிகள், முயல், சம்பார் போன்ற விலங்குகளும் உள்ளன. இப்பூங்காவின் சிறப்பம்சம் சைபிரியாக் கொக்குகளின் வருகையாகும்.

2. ரான்தம்போர் தேசிய பூங்கா:-

இது உலகப்புகழ்பெற்ற புலிகள் காப்புப்பகுதியாகும் (Reserve). ஸ்ரீஃபதேசிங் ராதோர் இதை அமைக்க பாடுபட்டார். இப்பூங்கா ஆரவல்லி மற்றும் விந்திய மலைத்தொடரில் அமைந்துள்ளது. 390 ச.கி.மீ. பரப்பளவுடைய இப்பூங்கா கடல் மட்டத்திற்கு மேல் 214 மீட்டர் உயரத்தில் அமைந்துள்ளது. இங்கு 45–54 புலிகள் வாழ்கின்றன. மேலும் சிறுத்தைகள் காட்டுப்பூனைகள், முதலைகள், கழுதைப்புலிகள் போன்ற வேட்டையாடி உண்ணும் விலங்குகளும் இங்குள்ளன. இவற்றைத் தவிர பல்வேறு வகையான மான்கள், காட்டுப்பன்றிகள் போன்றவையும் உள்ளன.

3. பாலமாவ் தேசிய பூங்கா (Palamau National Park):-

இது பீகாரில் டால்டன்கஞ்ச் மாவட்டத்தில் 345 ச.கி.மீ பரப்பளவில் அமைந்துள்ளது. இங்குள்ள வெப்பமண்டலக் காடுகளில் புலி, சிறுத்தைப் புலி, யானை, மான் போன்றவை உள்ளன.

4. ஹசாரிபாக் தேசிய பூங்கா (Hazaribagh National Park):

இதுவும் பீகாரில் 184 ச.கி.மீ பரப்பளவில் அமைந்துள்ளது. இங்கும் காட்டுப் பன்றிகள், சம்பார், புலி, சிறுத்தை, கரடி, கழுதைப்புலி போன்றவை உள்ளன.

5. சிம்லிபால் தேசிய பூங்கா (Simlipal National Park):-

இது ஒரிஸ்ஸாவில் உள்ள மயூரி பஞ்ச் மாவட்டத்தில் உள்ளது. இதன் பரப்பளவு 2750 ச.கி.மீ ஆகும் அடர்ந்த சால்மர காடுகளைக் கொண்ட இப்பூங்கா புலித்திட்டத்திற்காகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் யானை, மான், மயில், மைனா, சம்பார் மான், சிறுத்தைப்புலி மற்றும் கழுதைப்புலி போன்ற விலங்குகளும் உள்ளன.

6. கன்ஹா தேசிய பூங்கா (Kanha Nationa Park):-

மத்தியபிரதேசத்தில் உள்ள பஞ்சார் பள்ளத்தாக்கில் 1955ம் ஆண்டு நிறுவப்பட்ட இப்பூங்கா 939.94 ச.கி.மீ. பரப்பளவு கொண்டது. சால் மரக்காடுகளைக் கொண்ட இப்பூங்காவில் புலி, சிறுத்தைப்புலிகள், சம்பார் மான்கள் போன்ற விலங்குகள் உள்ளன.

7. தாண்டோபா தேசிய பூங்கா (Tandoba national park):-

இது மகாராஷ்டராவின் சந்திராபீர் மாவட்டத்தில் உள்ளது. இதன்பரப்பளவு 116 ச.கி.மீ. இங்கு புலிகள், சம்பார், மந்தக்கரடிகள், காட்டெருமை, குரைக்கும் மான்கள், நெடுவாற்குரங்குகள் நாற்கொம்பு மான்கள் போன்றவை உள்ளன.

8. கார்பெட் தேசிய பூங்கா:- Corbett national park

1935ல் நிர்மாணிக்கப்பட்ட இப்பூங்கா இந்தியாவில் முதலில் நிறுவப்பட்ட பூங்கா என்ற புகழுக்குரியது. இது உத்தரப்பிரதேசத்தின் நைனிடால் மற்றும் கார்வால் மாவட்டங்களுக்கிடையே அமைந்துள்ளது. ராம்கங்கா ஆற்றின் மேற்கு–தெற்கு வளைவில் அமைந்துள்ள இப்பூங்கா 525 ச.கி.மீ பரப்பளவுடையது. இதில் புலி, சிறுத்தைப்புலி, மந்தக்கரடி, கழுதைப்புலி, யானை போன்ற விலங்குகளும் மான், மறிமான், முள்ளம்பன்றி, புல்புல் பறவை, மரங்கொத்தி போன்ற பறவைகளும், முதலை மலைப்பாம்பு போன்ற ஊர்வன விலங்குகளும் உள்ளன.

9. மானஸ் வனவிலங்குச் சரணாலயம் மற்றும் புலிக்காப்புப் பகுதி (Manas wild life Sanctuary and Tiger reserve) :-

இது அஸ்ஸாமின் காம்டூர் மாவட்டத்தில் 540 ச.கி.மீ. பரப்பளவில் 30 மீட்டர் உயரத்தில் அமைந்துள்ளது. மானஸ் ஆறு இதன் வழியாகப்பாய்கிறது. இங்கு புலி, சிறுத்தைப்புலி, காட்டுநாய், காட்டுப்பன்றி, காண்டாமிருகம், காட்டெருமை, சம்பார், சதுப்புநில மான்கள் மற்றும் நெடுவாற்குரங்கு போன்ற விலங்குகள் உள்ளன.

10. கஸிரங்காச் சரணாலயம்:- Kaziranga Sanctuary

இது அஸ்ஸாமில் சிப்சாகர் மாவட்டத்தில் அமைந்துள்ளது. 430 ச.கி.மீ. பரப்பளவில் அமைந்துள்ள இப்பூங்காவில் 700 காண்டாமிருகங்கள் உள்ளன. மேலும் யானை, காட்டெருமை, புலி, சிறுத்தை, பன்றிமான்கள், குரைக்கும் மான், காட்டுப்பன்றி, கிப்பன் போன்ற விலங்குகளும், பெலிக்கன், நாரை மற்றும் மீன் உண்ணும் கழுகுகளும் உள்ளன.

11. ஜல்தாபாரா வனவிலங்குச் சரணாலயம் (Jaldapara wild life sanctuary):-

இது மேற்குவங்காளத்தின் ஜல்பைகுரி மாவட்டத்தில் 65 ச.கி.மீ. பரப்பளவில் அமைந்துள்ளது. இங்கு காண்டாமிருகம், யானை, புலி, சிறுத்தை, மான் மற்றும் பல ஊர்வன மற்றும் பறவைகள் உள்ளன.

12. சரிஸ்கா புலிக்காப்புப் பகுதி (Sariska tiger reserve):-

இது ராஜஸ்தானின் ஆரவல்லி மலைத்தொடரில் ஆல்வார் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. 1958ல் சரணாலயமாக அறிவிக்கப்பட்ட இப்பகுதி 1979ல் புலித்திட்டத்தின்கீழ்க் கொண்டுவரப்பட்டது. இங்கு புலிகள் தவிர சிறுத்தை, காட்டுப்பூனை, ஓநாய்கள், கழுதைப்புலிகள், காட்டுநாய்கள் போன்ற விலங்குகள் உள்ளன.

13. பந்திப்பூர் வனவிலங்குச் சரணாலயம் (Bandipur wild life sanctuary):-

1941ம் ஆண்டு அப்போதைய மைசூர் மகாராஜாவால் நிறுவப்பட்டது. இது மைசூரிலிருந்து ஊட்டி செல்லும் வழியில் 80 கி.மீ தூரத்தில் அமைந்துள்ளது. 874 ச.கி.மீ. பரப்பளவில் அமைந்துள்ள இச்சரணாலயம் 1454.4 மீட்டர் உயரத்தில் அமைந்துள்ளது. அபரிமிதமான மழையைப் பெறும் இப்பகுதி அடர்ந்த காடுகளைக்

கொண்டது. இங்கு யானை, சிறுத்தை, மந்தக்கரடி, காட்டு நாய், சிறுத்தைப்புலி, குரைக்கும் மான், முள்ளம் பன்றி மற்றும் குரங்குகள் உள்ளன.

14. கிர் சரணாலயம் (Gir Sanctuary):-

இது குஜராத்தில் 1295 ச.கி.மீ. பரப்பளவில் அமைந்துள்ளது. இது புகழ்வாய்ந்த ஆசியச் சிங்கத்திற்கான சரணாலயம் ஆகும். முட்புதற்களும் இலையுதிர்காடுகளும் நிறைந்த இச்சரணாலயத்தில் ஆசியச் சிங்கம், புள்ளிமான்கள், நாற்கொம்புமறிமான்கள், வரிக்கழுதைப்புலி காட்டுப்பன்றி, முள்ளம்பன்றி, குரங்குகள், மலைப்பாம்பு, முதலை, பச்சைப்புறா, கௌதாரி ஆகியவை உள்ளன.

15. டச்சிகம் சரணாலயம் (Dachigam Sancturary):-

இது காஷ்மீரில் ஸ்ரீநகரில் இருந்து 26 கி.மீ. தொலைவில் 1951ம் ஆண்டு அமைக்கப்பட்டது. இதன் பரப்பளவு 89 ச.கி.மீ இதில் இரண்டு பகுதிகள் உள்ளன. முதலாவது கடல் மட்டத்தில் இருந்து 3692.3 மீட்டர் உயரத்தில் உள்ள மேல் டச்சிகம் ஆகும். இரண்டாவது 1846.2 மீ உயரத்தில் உள்ள கீழ்டச்சிகம். இங்கு காஷ்மீர் மான்கள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. மேலும் கஸ்தூரிமான், சிறுத்தை, கருங்கரடி, பழுப்புக்கரடி மற்றும் பபூன் குரங்குகள் போன்றவையும் உள்ளன.

16. சில்கா ஏரி: -

இது ஒரிஸ்ஸாவில் புவனேஸ்வரத்திற்கு அருகில் 1000 ச.கி.மீ. பரப்பளவில் அமைந்துள்ளது. இதில் நீர்க்கோழிகள், வாத்துகள், கொக்குகள், உள்ளான், ஆமைகள் போன்றவைகள் வாழ்கின்றன.

17. வேடந்தாங்கல் பறவைகள் சரணாலயம்:-

இது ஒரு சிறிய ஆனால் பழமையான சரணாலயம் ஆகும். இது சென்னையில் இருந்து 85 கி.மீ. தூரத்தில் அமைந்துள்ளது. இந்த ஏரிக்கு ஒவ்வொரு ஆண்டும் பல்லாயிரக்கணக்கான வெளிநாட்டுப் பறவைகள் வருகின்றன. கரண்டிவாயன்கள், நாரைகள், வெண்கொக்குகள், செவ்வரி நாரை, நீர்க்காக்கைகள், பழுப்பு நாரைகள், பெலிக்கன், உள்ளான் போன்ற பறவைகள் ஒவ்வொரு ஆண்டும் இங்கு வருகின்றன.

18. கோடிக்கரை வனவிலங்குச் சரணாலயம் (Point Calimere wild life sanctuary):-

இது தமிழ்நாட்டில் நாகை மாவட்டத்தில் பாக் ஜலசந்தியை (Palk strait) ஒட்டி அமைந்துள்ளது. இதன் உப்பங்கழி (back water) மற்றும் காயல் (lagoon) பகுதிகளுக்கு பூநாரைகள் (flamingo) மற்றும் கூழைக்கடா போன்ற பறவைகள் வருகின்றன. மேலும் மான்கள் காட்டுப் பன்றிகள் போன்ற வனவிலங்குகளும் உள்ளன.

19. முண்டந்துறைச் சரணாலயம்:-

1962ம் ஆண்டு 520 ச.கி.மீ. பரப்பளவில் தமிழ்நாட்டின் திருநெல்வேலி மாவட்டத்தில் அமைக்கப்பட்ட இச்சரணாலயத்தின் வழியாக தாமிரபரணி ஆறு ஓடுகிறது. இதில் சிறுத்தைப்புலி, புலி, சம்பார் மற்றும் மறிமான் வகைகள் உள்ளன.

20. பெரியார் வனவிலங்குச் சரணாலயம்:-

இது கேரளாவில் 777 ச.கி.மீ. பரப்பளவில் அமைந்துள்ளது. 1900ல் பெரியார் அணைகட்டப்பட்டபோது உருவான செயற்கை ஏரியில் 1940 ஆம் ஆண்டு இது உருவாக்கப்பட்டது. எழில் கொஞ்சும் இச்சரணாலயத்தில் காட்டு யானைகள், சிறுத்தைகள், மந்தக்கரடிகள், சம்பார் மான்கள், குரைக்கும் மான்கள், காட்டுநாய், காட்டுப்பன்றி, நெடுவாற்குரங்குகள் போன்ற விலங்குகளும் வெண் கொக்குகள் நாரைகள் போன்ற பறவைகளும் உள்ளன.

21. முதுமலைச் சரணாலயம்:-

1940ம் ஆண்டு அமைக்கப்பட்ட இச்சரணாலயம் தமிழ்நாட்டில் நீலகிரியின் வடமேற்குப் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. இங்குக் ட்டு யானைகள், சம்பார், சிறுத்தைப்புலி, தொப்பிக்குரங்கு, நெடுவாற்குரங்கு, குரைக்கும் மான், நாற்கொம்புமறிமான், புலி, பெரும்அணில், பறக்கும் அணில், காட்டுநாய், ஓநாய், காட்டுப்பூனை, மந்தக்கரடி, முள்ளம்பன்றி, எறும்புத்தின்னி, பறக்கும்பல்லி, உடும்பு, மலைப்பாம்பு போன்ற விலங்குகளும் மற்றும் பல பறவையினங்களும் உள்ளன.

22. ரங்கன்திட்டு பறவைகள் சரணாலயம் (Ranganthittoo birds sanctuary):-

இது மைசூர் பெங்களூரு சாலையில், ஸ்ரீரங்கப் பட்டினத்திற்கு அருகில் காவிரி ஆற்றில் உள்ள வரிசையான திட்டுகளைக் கொண்டது. இதன் பரப்பளவு

166 ச.கி.மீ ஆகும். இங்கு செவ்வரி நாரை, வெண்கொக்கு, கரண்டிவாயன், காட்டு வாத்து, மயில் மற்றும் அன்றில் பறவைகள் போன்ற பறவையினங்கள் உள்ளன.

23. ஆனைமலை சரணாலயம்:-

1972ம் ஆண்டு நிறுவப்பட்ட இச்சரணாலயம் தமிழகத்தின் கோயம்புத்தூர் மாவட்டத்தில் அமைந்துள்ளது. 958 ச.கி.மீ பரப்பளவில் அமைந்துள்ள இச்சரணாலயத்தில் யானை, சம்பார், புள்ளிமான்கள், குரைக்கும் மான்கள், நீலகிரி தார், சிங்கவால் குரங்கு, புலி, சிறுத்தைப்புலி, நெடுவார்குரங்கு, மந்தக்குரங்கு, முள்ளம்பன்றி மற்றும் எறும்புத்தின்னி போன்ற விலங்குகள் உள்ளன.

அத்தியாயம் – 10

தொலையறிதல் (Remote sensing)

ஒரு பொருள் அல்லது ஒரு நிகழ்வைப் பற்றி அப்பொருளுடன் புறத்தொடர்பு (physical) அல்லது நெருக்கமானத் தொடர்பு ஏதுமில்லாத கம்பியில்லாச் செயற்பொறிகளின் (wireless) (வானூர்திகள், விண்வெளிக்கலங்கள், செயற்கைக்கோள், மிதவைகள் அல்லது கப்பல் போன்றவை) உதவியுடன் அந்நிகழ்வை நிகழ்வு நேரத்தில் (real time sensing) உணர்ந்து அல்லது பதிவு செய்து சிறு அளவிலோ அல்லது பெரிய அளவிலோ செய்திகளைப் பெறுதல் 'தொலையறிதல்' எனப்படும். நடைமுறையில் பல்வேறு கருவிகளைப் பயன்படுத்தி ஒரு பொருள் அல்லது பரப்பைப்பற்றி விவரங்கள் சேகரித்தல் தொலையறிதல் என்று அழைக்கப்படுகிறது. வானிலை செயற்கைக் கோள் (weather satellite) அல்லது புவிக்கண்காணிப்பு தொகுப்பு மேடைகள், கடல் மற்றும் வளிமண்டல தட்பவெப்பநிலை கண்காணிப்புமிதவை மேடைகள் (weather buoy platforms), புறவொலி அடையாளக் கருவிகள் (ultra sound identification system) மூலம் கண்காணித்தல், காந்த ஒத்திசைவு படிமவாக்கம் (Magnetic resonance imaging), நேர் ஆக்க மின்துகள் உமிழ்வு உட்தளவரைவு (Positron Emission Tomography), X – கதிர்கள், விண்வெளி ஆய்வுக்கலங்கள் (space probe) ஆகிய அனைத்தும் தொலையறிதலின் எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

தொலையுணர்விகள் இரண்டு வகைப்படும்.

1. அடிப்படைத் தொலை உணர்விகள் (Passive remote sensors):-

இவை ஆய்வில் உள்ள பிரதேசம் அல்லது பொருளில் இருந்து வெளிப்படும் இயற்கைக்கதிர்வீச்சை உணர்ந்து அறிகின்றன. இவை பெரும்பாலும் சூரியஒளிப்பிரதிபலிப்பை அளவிடுகின்றன. படல ஒளிப்படங்கள் (Film photography), அகச்சிவப்பு, ஏற்றப்பிணைப்புக் கருவிகள் (charge – coupled devices) மற்றும் கதிர்வீச்சுமானி (radiometer) போன்றவை அடிப்படை உணர்விகளுக்கான எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

2. செயலாக்கத் தொலையுணர்விகள் (Active remote sensors):-

இதில் மின்னணு ஒளிக்கதிரை ஒரு பொருளின் அல்லது ஒரு நிலப்பரப்பின் மீது செலுத்தியபின் அது பிரதிபலித்து அல்லது சிதறல் அடைந்து திரும்பிவருதலை தொலையுணர்கருவி உணர்ந்து அளவீடுசெய்கிறது. (எ.கா) ராடார் (Radar). இதில் மின்னணு ஒளிக்கதிர் அனுப்பப்பட்டதற்கும் அது திரும்பிவந்து சேருவதற்கும் இடைப்பட்ட நேரத்தைக்கொண்டு ஒரு பொருள் இருக்குமிடம், தூரம், அப்பொருள் இயங்கும் வேகம் மற்றும் அப்பொருள் இருக்கும் திசை போன்றவற்றைக் கணிக்கமுடியும்.

மனிதர்கள் செல்ல முடியாத நிலப்பரப்புகள் மற்றும் ஆபத்தான இடங்களைப் பற்றிய புள்ளி விபரங்கள் சேகரிக்கவும் காடுகள் அழிக்கப்படுதல், பனிப்பாறைகள், ஆர்க்ட்டிக் மற்றும் அன்டார்க்டிக் பகுதிகளின் தட்பவெப்பநிலை மாற்றம், கடலின் ஆழம் பற்றிய விவரங்கள் போன்றவற்றை அறியவும் தொலையுணர்தல் பயன்படுகிறது. ராணுவத்தினர் ஆபத்தான எல்லைப்பகுதிகளைக் கண்காணிக்கவும், தொலையறிதல் பயன்படுகிறது. மேலும் தரை வழியில் அதிக பொருள் விரயம் ஏற்படுத்தி மந்தகதியில் புள்ளிவிவரம் சேகரிப்பதற்குப் பதிலாக தொலையுணர்தலைப் பயன்படுத்தலாம். இதன் மூலம் அப்பொருள் அல்லது நிலப்பரப்பிற்கு பாதிப்பை ஏற்படுத்தக்கூடிய விவரங்களைச் சேகரிக்கலாம். கோளங்களின் சுற்றுப்பாதையில் அமைக்கப்படும் கருவிகளின் மூலம் பல்வேறு பகுதிகளில் இருந்து அனுப்பப்படும் புள்ளிவிவரங்களுடன் வான் அல்லது தரையில் அமைக்கப்பட்டுள்ள நிலையங்களுடன் இணைந்து ஆராய்ந்து போதிய விவரங்களைத் திரட்டி எல் நினோ (El Nino), போன்ற நீண்டகால மற்றும் குறைந்த கால நிகழ்வுகளைக் கண்காணிக்கலாம். மேலும் தொலையுணர்தல் மூலம் இயற்கை ஆதாரங்களின் மேலாண்மை, நிலப்பயன்பாடு மற்றும் பாதுகாப்பு, தேசியப் பாதுகாப்பு, தரைவழி மற்றும் வான்வழி எல்லைப் பாதுகாப்பு போன்ற பயன்களை பெறலாம்.

தொலையுணர்தல் தொடர்பான தொழில்நுட்பங்கள்:-

1. ராடார் (Radar):-

வழக்கமுறை ராடார்கள், பொதுவாக வான்வழிப்போக்குவரத்தைக் கட்டுப்படுத்தவும், முன்னெச்சரிக்கை செய்யவும், வானிலைப் புள்ளிவிவரங்களுக்காகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. டாப்ளர் ராடார்கள் (Doppler radar) உள்ளூர் வாகனங்களின் வேகக்கட்டுப்பாடுக் கண்காணிப்பு,

காற்றின் வேகம் மற்றும் திசை போன்ற வானிலை சம்பந்தப்பட்ட விவரங்களை அறியப்பயன்படுகின்றன. கதிர் பிரிப்பளவியல் கூட்டிணைப்புத்துளை ராடார் (Interferometric synthetic aperture radar), பெரிய அகன்ற நிலப்பரப்பில் துல்லியமான **இலக்க உயர்வு மாதிரியை** (digital elevation model) உருவாக்கப் பயன்படுகிறது.

2. செயற்கைக் கோள்களில் உள்ள லேசர் மற்றும் ராடார் குத்துயரமானிகள் (altimeters) மூலம் ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாக நீரில் ஏற்படும் நீர்த்திரளைக் (bulges) கொண்டு கடலினடியில் உள்ள அமைப்புகளை அறியலாம். கடல் அலைகளின் உயரம் மற்றும் நீளத்தைக் கொண்டு காற்றின் வேகம், திசை, கடற்பரப்பு நீரோட்டம் (Surface Ocean current) மற்றும் நீரோட்டத்தின் திசை போன்றவற்றை குத்துயரமானிகள் அளக்கின்றன.

3. **லிடார் (LIDAR)** (Light detection and ranging) வளிமண்டலத்தில் உள்ள பல்வேறு வேதிப்பொருட்களின் செறிவை அளவிடப் பயன்படுகிறது. ராடார் தொழில்நுட்பத்தைவிட லிடார்கள் தரையில் உள்ள பொருட்களின் உயரத்தையும் மற்ற அமைப்புகளையும் துல்லியமாக அளக்கின்றன.

கதிர்வீச்சுமானி (Radiometer) மற்றும் ஒளிமானி (Photometer):-

இவை சாதாரணமாகப் பயன்பாட்டில் உள்ள கருவியாகும். உமிழப்படும் கதிர்வீச்சையும் சிதறும் (reflecting) கதிர்வீச்சையும் அளக்கக்கூடிய புலப்பாட்டு ஒளி (Visible light) மற்றும் அகச்சிவப்பு உணர்விகள், (infrared sensors) நுண்ணலை (microwave), காமா கதிர்கள் மற்றும் புறஊதாக்கதிர்கள் போன்றவை இதில் அடங்கும். மேலும் இவை பல வேதிப்பொருட்களின் உமிழ்ச்சிஒளி அலைக்கற்றையைக் (emission spectra) கண்டறியவும் வளிமண்டலத்தில் உள்ள வேதிப்பொருட்களின் செறிவை அறியவும் பயன்படுகின்றன.

வான்ஒளிப்படலங்களின் முப்பரும வரைபடஇணை (Stereographic pairs of aerial photography):-

நெடுஞ்சாலைத்துறையினர் வழித்தட (routes) வாய்ப்புகள் பற்றி அறிவதற்கும், நில ஆய்வாளர்கள் போக்குவரத்து பற்றி அறிவதற்கும், இதனைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இதன் மூலம் நிலப்பயன்பாடு மற்றும் அதன் கண்காணிப்பு, காடுகள் அழிக்கப்படுதல், செடிகொடிகள் மற்றும் பயிர்களின் செழுமை போன்றவற்றையும் கண்டுபிடிக்கலாம். வான் ஒளிப்படம் நிலையான பதிவுகளைத்

தருகின்றன. மேலும் மனிதக் கண்களைவிட அதிக அலைக்கற்றைக் கூருணர்வுத்திறத்தினைப் (Spectral sensitivity) பெற்றிருக்கின்றன. தரையில் உள்ள தொலையறிதல் முறைகளைவிட வான்ஒளிப்படங்கள் மேம்பட்ட தெளிவுத்திறன் (resolution) மற்றும் துல்லியமான வடிவியல் ஆகியவற்றைப் பெற்றுள்ளன.

சோனர் (Sonar) - (Sound navigation and ranging):-

நீரின் அடியில் உள்ள பொருட்களையும் அப்பொருட்களின் தொலைவெல்லையைக் கண்டுபிடிக்கவும் சோனார் பயன்படுகிறது.

நிலநடுக்கப்பதிவுகருவி (Seismograph) :-

இக்கருவி நிலநடுக்கத்தை அளக்கப்பயன்படுகிறது.

தரவுச் செயற்பாங்கு (அ) நேர்மாறு சிக்கல் (Data processing (or) Inverse problem):-

தொலைவுணர்தல் நேர்மாறுசிக்கல் (inverse problem) கொள்கையின்படி செயல்படுகிறது. தொலையுணர்தலில் ஒரு பொருளோ அல்லது நிகழ்வோ நேரடியாக அளவிடப்படாமல் இருக்கலாம். ஆனால் வேறொரு பொருளையோ அல்லது நிகழ்வையோ (Variable) அளந்து, அதனைத் தேவையான பொருள் அல்லது நிகழ்வுடன் தொடர்புபடுத்தி அளவிடலாம். எடுத்துக்காட்டாக, வளிமண்டலத்தின் மேலடுக்கின் வெப்பத்தை நேரடியாக அளக்கமுடியாது. ஆனால் அப்பகுதியில் உள்ள கார்பன்–டை–ஆக்ஸைடு போன்ற அறிந்த வேதிப்பொருளின் அளவை அளக்கமுடியும். வெளியிடப்படும் கார்பன்டைஆக்ஸைடின் நிகழ்வெண்ணைக் கொண்டு அப்பகுதியின் வெப்பநிலையினைக் கணக்கிடலாம்.

வான் ஒளிப்படம் (Aerial photography):-

முதல் உலகப்போரின்போது ராணுவக் கண்காணிப்புக்காகவும் மற்றும் உளவறிவதற்காகவும் வான் ஒளிப்படம் உருவாக்கப்பட்டது. செலவில்லாத இலக்க ஒளிப்படக் கருவி அல்லது டிஜிட்டல் காமிரா (Digital camera) கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகு வணிகரீதியிலான வானூர்திகளில் இருந்தும் தனியார் சொகுசு விமானங்களில் இருந்தும் ஒளிப்படம் எடுப்பது அதிகரித்துள்ளது. வான் ஒளிப்படம் என்னும் சொல் தரையில் பொருத்தப்படாத அல்லது தரையுடன் தொடர்பில்லாத புகைப்படக்கருவி மூலம் எடுக்கப்படும் படங்களைக் குறிக்கிறது.

புகைப்படக்கருவியை கையால் பிடித்தோ அல்லது பொருத்தியோ படங்களை எடுக்கலாம். ஒரு புகைப்படக்காரர் மூலமாகவோ, ஒரு தொலைவியக்கு செயற்கருவி (remote) மூலமாகவோ அல்லது கருவி தானாக இயங்கியோ படங்களை எடுக்கலாம். ஹெலிகாப்டர்கள், பலூன்கள், ராக்கெட்டுகள், பட்டங்கள், வான்குடைமிதவைகள் (parachutes) போன்றவை ஒளிப்படம் எடுக்கத் தேவையான மேடையாகப் பயன்படுகின்றன. பெரும்பாலும் நிலப்பட வரைவியல் ஒளிப்படக்கருவியை (Mapping Camera) வானூர்திகளின் முன்முனையிலோ அல்லது வயிற்றுப்பகுதியிலோ பொருத்தி வான் ஒளிப்படங்கள் எடுக்கப்படுகின்றன.

ஒரு வான் ஒளிப்படத்தை கருப்பு வெள்ளைப் படமாகவோ அல்லது நிறப்படமாகவோ எடுக்கலாம். பூமியிலுள்ள ஏதாவதொருப்பரப்பினை அப்பரப்பிற்கு மேல் பொருத்தப்பட்ட ஒளிப்படக் கருவி மூலம் அச்சாகவோ (print) ஒளிப்புகுபடமாகவோ (transparency) படமெடுக்கலாம். சாதாரண ஒளிப்படத்திற்கும் வான் ஒளிப்படத்திற்கும் மூன்று முக்கியமான வேறுபாடுகள் உள்ளன. அவை. 1. சாதாரணமாகப் புழக்கத்தில் இல்லாத கோணமான மேற்கோணத்தில் (Over head) இருந்து வான் ஒளிப்படங்கள் எடுக்கப்படுகின்றன. 2. அகச்சிவப்பு அலைநீளங்களில் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. 3. மக்கள் பார்த்துப் பழக்கமில்லாத அளவுகளில் ஒளிப்படங்கள் எடுக்கப்படுகின்றன.

மேலும் கீழ்க்கண்ட அடிப்படைக்கூறுகள் வான் ஒளிப்படத்தில் உள்ள பொருட்களைக் கண்டறியப் பயன்படுகின்றன.

1. வண்ணம் அல்லது சாயல் (Tone or Hue):-

இது படத்தின் சார்பு ஒளிர் தன்மை (relative brightness) அல்லது நிறக்கூறுகளைக் குறிக்கிறது. பொருட்களிடையே உள்ள சார்பு ஒளிர்த்தன்மையில் காணப்படும் வேற்றுமைகளைக் கொண்டு படத்தில் உள்ள பொருட்கள் அடையாளம் காணப்படுகின்றன.

2. அளவு (Size):-

ஒரு ஒளிப்படத்தின் அளவையைக் (scale) கொண்டு அப்படத்தில் உள்ள பொருட்களின் அளவினைக் (size) கணிக்க வேண்டும். படத்தில் காணப்படும் பொருள் குளமா அல்லது ஏரியா என்பதை அளவையின் உதவியால் தீர்மானிக்கலாம்.

3. வடிவம் (Shape):-

இது ஒரு பொருளின் எல்லைக்கோட்டைக் (outline) குறிக்கிறது. ஒழுங்கான வடிவியல் (geometric shapes) வடிவங்கள் மனிதர்கள் இருப்பதையும் அப்பொருள் மனிதர்களின் பயன்பாட்டில் இருப்பதையும் குறிக்கிறது. சில பொருட்களை அவற்றின் வடிவங்களின் அடிப்படையில் மட்டுமே அடையாளம் காணமுடியும்.

4. நயம் (Texture):-

படத்தில் உள்ள பொருட்களின் பிம்பங்களின் மேடுபள்ளமற்ற (smooth) சமதள அமைப்புகளும் கரடுமுரடான (rough) அமைப்புகளும் வண்ணங்களில் (tone) ஏற்படும் நிகழ்வெண் மாற்றங்களால் (frequency changes) உண்டாகின்றன. புற்கள் மற்றும் நீர் போன்றவை சமதளமாகவும் (smooth) காடுகள் கரடுமுரடாகவும் (rough) படத்தில் தோன்றும்.

இடஞ்சார் ஒழுங்கமைவுகள் (Spatial arrangement) அல்லது பாங்கு (Pattern):-

ஒரு படத்தில் காணப்படும் பொருட்களின் ஒழுங்கமைவு அல்லது பாங்கிலிருந்து அப்பொருட்களை ஓரளவுக்கு அடையாளம் காணலாம். எடுத்துக்காட்டாகப் பராமரிப்பில்லாத மரங்களைக்கொண்ட பரப்பினையும் சீரான இடைவெளியில் வரிசையாக வளர்ந்துள்ள மரங்களைக்கொண்ட பழத்தோட்டத்தினையும் வேறுபடுத்திக் காணலாம்.

நிழல் (Shadow);-

வான் ஒளிப்படத்திலுள்ளபொருட்களின் நிழலைப் பயன்படுத்தி அப்பொருளின் உயரத்தைக் கணக்கிடலாம்.

களம் (Site):-

இது புவியியல் அமைவிடத்தைக் (geographic location) குறிக்கிறது. தாவரவகைகளையும் நில அமைப்பையும் அறிய இது பயன்படுகிறது.

கூட்டமைவு (Association):-

சில பொருட்கள் எப்போதும் வேறுசில பொருட்களுடன் இணைந்தே காணப்படும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு அணுசக்தி நிலையத்தை எடுத்துக்கொண்டால் ஒரு தனிக்கட்டடத்தில் இருப்பதில்லை. அதனுடன் தொடர்புடைய பல அமைப்புகள் அங்கு காணப்படும்.

செயற்கைக்கோள் படிஉருபிம்பங்கள் (Satellite images)

லான்சாட் (Landsat):-

இது பூமியின் சுற்றுப்பாதையில் நிறுத்தப்படும் பல செயற்கைக்கோள்களைக் குறிக்கிறது. பூமியின் மேற்பரப்பின் சுற்றுச்சூழல் பற்றிய புள்ளிவிவரங்களைச் சேகரிக்க இவைபயன்படுகின்றன. லான்ட்சாட் திட்டம் (Landsat programme) அமெரிக்காவின் நாஸாவினால் ERTS (Earth Resources Technology Satellites) என்னும் பெயரில் முதலில் உருவாக்கப்பட்டது. 1972ம் ஆண்டு ஜூலை 23ம்தேதி பூமியின் ஆதாரவளங்கள் பற்றிய தகவல்களைப் பெறுவதற்காக ERTS-I என்னும் செயற்கைக்கோள் அனுப்பப்பட்டது. இரண்டாம் ERTS அனுப்பப்படுவதற்குப் சற்று முன்னதாக, ERTS என்னும் பெயருக்குப் பதிலாக லான்ட்சாட் என்னும் பெயரையே பயன்படுத்தப்போவதாக நாஸா அறிவித்தது. ERTS-I செயற்கோள் லான்ட்சாட் I என்று பெயர் மாற்றம் செய்யப்பட்டது. அதன் பிறகு அனுப்பப்பட்ட செயற்கைக்கோள்கள் லான்ட்சாட் என்னும் பெயரிலேயே அனுப்பப்பட்டன. தொழில்நுட்பங்கள் முன்னேறமுன்னேற லான்ட்சாட் எடுத்துச் சென்ற உணர்கருவிகளும் (sensors) மாறிக்கொண்டே வந்தன. இவை அனுப்பும் புள்ளிவிவரங்கள் முன்பைவிட மிகவும் பயனுள்ளதாக அமைந்தன. ஒவ்வொரு செயற்கைக்கோளிலும் உள்ள உணர்கருவிகளில் செயற்கைக்கோள் ஏவப்பட்ட நாள் மற்றும் அவை விண்ணில் விடுவிக்கப்படும் நாள் போன்ற விவரங்கள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும்.

1959ம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் 14ம் தேதி, அமெரிக்கச் செயற்கைக்கோளான எக்ஸ்ப்ளோரர்–6 பூமியை முதன் முதலாகப் படம் எடுத்தது. அதன் பின்னர் 1959ம் ஆண்டு அக்டோபர் – 6ம் தேதி சோவியத் செயற்கைக்கோளான லூனா–3 நிலவினைப் படம் பிடித்தது–1972ம் ஆண்டு விண்வெளியில் இருந்து பூமியைப் படம் எடுக்கும் பெரும் திட்டத்தை அமெரிக்காவின் லான்ட்சாட் தொடங்கியது. 1999ம் ஆண்டு லான்ட்சாட் 7 விண்வெளிக்கு அனுப்பப்பட்டது. அமெரிக்காவின் நாஸா எடுத்த செயற்கைக்கோள் படங்கள் அனைத்தும் பொதுமக்களுக்குக் கிடைக்கும் வகையில் வெளியிடப்பட்டுள்ளது. இப்போது மேலும் பல நாடுகள் செயற்கைக்கோள் மூலம் படம் எடுக்கும் திட்டத்தை மேற்கொண்டுள்ளன. ஐரோப்பிய நாடுகள் பூமியை ஆராயும் பல்வேறு உணர்விகளைக்கொண்ட என்விசாட் போன்ற செயற்கைக் கோள்களை அனுப்பியுள்ளன.

பயன்கள்:-

செயற்கைக் கோள்களைப் பயன்படுத்தி முழு பூமிக்கோளத்தினையும் படம் எடுக்கலாம். அல்லது பூமியில் உள்ள ஏதாவதொரு சிறு பகுதியைப் படம் எடுக்கலாம். இப்படங்கள் விவசாயம், நிலத்தியல், வனவியல், உயிரியப்பன்மயப் பாதுகாப்பு, மண்டலத் திட்டங்கள், கல்வி, உணவு, போர் மற்றும் தேசியப் பாதுகாப்பு போன்ற துறைகளில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இப்படங்களைக் காணக்கூடிய நிறங்களிலும் பிற நிறங்களிலும் எடுக்கலாம். மேலும் இப்படங்களை ராடார்கள் மூலம் முப்பரிமாணத்திலும் எடுக்கலாம். செயற்கைக்கோள் படங்களை கணினி மென்பொருள் தொகுப்பினைப் பயன்படுத்தி ஆராய்ந்து அறியலாம். நிலநடுக்கவியல் மற்றும் கடலியல் போன்ற துறைகளில் நிலப்பகுதி உருவாக்கம், நீரின் ஆழம், கடல் படுகை, நிலநடுக்கம், எரிமலை மற்றும் சுனாமி போன்றவற்றைக் கண்டறியவும் இவை பயன்படுகின்றன.

செயற்கைக்கோள் படங்களில் ரேடியோமெட்ரிக் மற்றும் ஜியோமெட்ரிக் ஆகிய இரண்டு வகை தெளிவுத்திறன்கள் (Resolution) உள்ளன. ரேடியோமெட்ரிக் தெளிவுத்திறன் என்பது உணர்வியின் இரு இலக்க ஆழத்தைக் (bit depth) குறிக்கிறது. (bit = binary digit). எனவே உணர்வியின் திறனானது 8 bit, 11 bit, 12 bit or 16 bit என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. ஜியோமெட்ரிக் தெளிவுத்திறன் என்பது உணர்வியானது பூமியின் பரப்பை ஒற்றை பிக்ஸெலில் படமெடுக்கும் திறனைக் குறிக்கிறது. இது 'நில–மாதிரி–தூரம்' (Ground Sample Distance – GSD) என்று குறிக்கப்படுகிறது. GSD என்பது ஒரு உணர்வியால் ஒரு ஒற்றைப் பிக்ஸெலில் தரையிலுள்ள பொருளை எவ்வளவு தெளிவாகப் 'பார்க்க' முடிகிறது என்பதைக் குறிக்கும் சொல்லாகும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு லான்ட்சாட்டின் GSD-3 என்பது உணர்வியானது ஒற்றைப் பிக்ஸெலில் படம் எடுக்கக்கூடிய குறைந்த பட்ச பரப்பளவு 30m x 30m ஆகும். ராணுவ நோக்கங்களுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் செயற்கைக்கோள்களின் GSD ஒரு சென்டிமீட்டருக்கும் குறைவு. செயற்கைக்கோள் படங்களின் தெளிவுத்திறனானது பயன்படுத்தப்படும் கருவிகள் மற்றும் செயற்கைக்கோள் சுற்றிவரும் வட்டப்பாதையின் உயரம் ஆகியவற்றைப் பொருத்து மாறுபடும்.

வெப்ப அகச்சிவப்பு படிஉருபிம்பங்கள் (Thermal infrared Imaging):-

வெப்ப அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சானது 3.5 லிருந்து 20 மைக்ரோமீட்டர்கள் வரை அலைநீளம் உடைய மின்காந்த அலைகளைக் குறிக்கிறது. பல தொலையறிதல்

முறைகளில் 8 முதல் 13 மைக்ரோமீட்டர் வரை உள்ள அலைநீளத்தைப் பயன்படுத்துகின்றனர். வெப்ப அகச்சிவப்பு படிஉருபிம்பங்களுக்கு சில எல்லைகள் உள்ளன. இது அதிகப் பொருட்செலவை ஏற்படுத்தும்.

இயற்கைச் சீற்றங்களை முன்கூட்டி அறிதல்

பூமியில் ஏற்படும் இயற்கைச் சீற்றங்கள் உலக மக்களுக்குப் பெரும் அச்சுறுத்தலாக விளங்கி வருகிறது. தொலையறிதலைப் பயன்படுத்தி பல இயற்கைச் சீற்றங்கள் மற்றும் மனிதர்களால் ஏற்படும் பேரழிவுகளை முன்னதாகவே கணிக்கலாம். எரிமலைகள், நிலநடுக்கம், நிலச்சரிவுகள், மண்சரிவுகள் (Mud flow) வெள்ளம் போன்ற இயற்கை இடர்களை முன்கூட்டியே கணித்தல் தற்போது மிகவும் முன்னேறியுள்ளது. பூமியைக் கண்காணிக்கும் செற்கைக்கோள் மற்றும் தொலையுணர் வானூர்திகள் போன்றவைகளைப் பயன்படுத்தி பல்வேறு மின்காந்த அலைக்கற்றை அலை நீளங்களில் பூமியை ஸ்கேன் செய்யும் நவீன கருவிகளை நிறுவலாம். நவீன தொலையுணர் தொழில்நுட்பங்களில் நில இயக்கங்களை ஆராய மிகச் சிறந்த வாய்ப்புகள் உள்ளன. எனினும் பயன்படுத்தப்படுகின்ற உணர்விகளும் அவை பொருத்தப்பட்டுள்ள மேடைகளும் பிரச்சினைகளை ஆராயப் போதுமானதாக இருக்க வேண்டும்.

பூமிப்பரப்பில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தி இடர் ஏற்படுத்தும் இரண்டு விசைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அவையாவன (1) புறப்பிறப்பு விசை, (2) அகப்பிறப்பு விசை. புறப் பிறப்பு விசையில் நிலச்சரிவு, வெள்ளம், பாலைவனமாதல் மற்றும் இவற்றுடன் தொடர்புடைய பிற இடர்பாடுகள் போன்றவை அடங்கும். அகப்பிறப்பு விசையில் பூமியின் உட்புறத்தில் இருந்து தோன்றும் நிலநடுக்கம் மற்றும் எரிமலை வெடித்தல் போன்றவை அடங்கும். மக்கள் விழிப்புடன் இல்லை என்றால் இவ்விரண்டு வகை விசைகளும் பேரழிவை ஏற்படுத்தக் கூடிய ஆற்றலாக உருவெடுக்கக் கூடியவை ஆகும். பெரும்பாலும் இவற்றின் தாக்கத்தைச் சரியாகக் கணிக்க இயலாது அல்லது எதிர்பார்த்ததை விடத் துரிதமாக நடந்து முடிந்துவிடும்.

புறப்பிறப்பு விசையால் ஏற்படும் பாதிப்புகளைக் கணித்தல்

(அ). நிலச்சரிவு : நிலச்சரிவுகள் முழுப் பள்ளத்தாக்கையும் பல மீட்டர் உயர வண்டலுக்கடியில் சில நிமிடங்களில் புதைத்து விடும். விண்வெளியில் நிறுவப்பட்ட ஒளியியல் உணர்விகள் (optical sensors) மூலம் நிலச்சரிவால் அடிக்கடி பாதிக்கப்படும் இடங்களைக் கண்காணிக்கலாம். நிலச்சரிவு மற்றும் மண் அரிப்பால்

பல கிலோ மீட்டர் தூரம் வரை பாதிக்கப்பட்ட கடற்கரையைச் செயற்கைக் கோள் படி உரு பிம்பங்கள் வழியாகக் கண்டறியலாம். வறண்ட (arid) மற்றும் குறை வறட்சிப் (semi arid) பிரதேசங்களை நிலக் கண்காணிப்புச் செயற்கை கோள்கள் மூலம் கண்காணிக்கலாம். பெரிய மற்றும் நடுத்தர நிலச்சரிவுகளைக் spot IRS மற்றும் லான்டசாட் படி உருபிம்பங்பகள் வழியாகவும் ராடர் -- டிஜிட்டல் தரை மாதிரிகள் (Digital terrain Model) கூட்டமைப்பைப் பயன்படுத்தியும் கண்டுபிடிக்கலாம். சிறு நிலச்சரிவுகளை வான் ஒளிப்படங்கள் வழியாக கண்டறியலாம். கன மழையால் ஏற்படும் மண்சரிந்தூர்தலைக் (Soil Creeping) கணித்தல் மிகக் கடினம். விண்வெளி லேசர் ஸ்கேன் தொழில்நுட்பத்தால் இதனைக்கண்டறியலாம். கற்றுப்பாதையில் இருந்து ராடார்க் கதிர் பிரிப்பு மானிகள் (Radar Interferometer) செமீ அளவு வரையிலான மிகத்துல்லியமான தகவல்களை அளிக்கின்றன. எனினும் இவற்றால் தாவரப் போர்வைகள் செறிந்துள்ள பகுதிகளில் நடைபெறும் இட அமைப்பு மாற்றங்களைக் (topographical changes) கண்டறிய இயலாது. ஆனால் நீண்ட அலை நீளம் கொண்ட ராடர்கள் தாவரப் போர்வையால் அதிகம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. அனைத்துத் தொலையறியும் கருவிகளின் மூலம் எடுக்கப்படும் புள்ளிவிவரங்களில் வான் ஒளிப்படங்கள் மட்டுமே அதிகத் தகவல்களைத் தருகின்றன. டிஜிட்டல் தரை மாதிரிகளுடன் இணைந்து எடுக்கப்படும் கள ஆய்வு அளக்கை (Field Survey) நிலத்தியல் மற்றும் தட்ப வெப்ப நிலைப் புள்ளி விவரங்கள் போன்றவற்றை வான் ஒளிப்படங்கள் மூலம் விளக்கலாம். நிலச்சரிவு ஏற்படுவதற்குச் சற்று முன்னால் வெப்ப நிலையில் முரண்பாடுகள் ஏற்படுவதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. எனினும் அதன் காரணம் என்ன என்பது கண்டறியப்படவில்லை.

எரிமலைகள் :-

எரிமலைகள் நிலநடுக்கக் கருவிகள் மூலம் கண்காணிக்கப்பட்டு வந்தன. இக்கருவிகள் எரிமலை வெடிப்புடன் தொடர்புடைய நில நடுக்க நிகழ்வுகளைப் பதிவு செய்கின்றன. கிளராவித்துளை (Fumarole), எரிமலைக் கூம்பு உருவாதல் மற்றும் எரிமலை உடைதல் போன்ற எரிமலை வெடிப்புடன் தொடர்புடைய பூமியின் மேற்பரப்புச் செயல்பாடுகளை தொலையுணர் கருவிகள் மூலம் கண்காணிக்கலாம். எரிமலையில் இருந்து வெளியேறும் புகையினைத் தரைக்கட்டுப்பாட்டு நிலையங்கள் மூலம் கண்காணித்து எரிமலையின் போக்கைக் கணிக்கலாம். தற்போது பயன்பாட்டில் உள்ள உணர்விகளை விட அதிகத் திறனுடைய வெப்ப பன்னலைக்கற்றை உணர்விகளை (Thermal Multi spectra Sensors) நாஸா அனுப்பியுள்ளது.

நிலநடுக்கங்கள் :-

ஒளியியல் மற்றும் ராடர் செயற்கைக் கோள் படி உரு கருவிகள் நிலநடுக்கத்தை அளக்க உதவும் சிறந்த கருவிகள் ஆகும். நிலநடுக்கங்கள் பூமியின் பல்வேறு பகுதிகளில் பல்வேறு விதமாக நடைபெறுகின்றன. நில நடுக்கங்கள் ஏற்படக் கூடிய இடங்களின் நில நடுக்க மையத்தின் (Epicenter) அமைவிடம் குறித்த தகவல்களை செயற்கை கோள்கள் மூலம் அறியலாம். நேபாளம் மற்றும் சீனா ஆகிய நாடுகளின் இமயமலைப் பகுதியை ஆராய்ந்த போது நில நடுக்கம் மற்றும் பெரிய நிலச்சரிவுகள் போன்றவற்றிற்கிடையே உள்ள தொடர்புகள் வெளிப்பட்டன. பெரிய பள்ளத்தாக்குகளையும், நிலத்தடிப் படிவங்களையும் மரபு சார்ந்த நிலத்தியல் முறைகளைப் பயன்படுத்தி ஆராய்ந்து நில நடுக்கத்தை கணிக்கலாம். உலகத்தின் பல அணைகள் நிலநடுக்கம் ஏற்படக் கூடிய பகுதிகளில் கட்டப்பட்டுள்ளன. எனவே, இது குறித்த உருவரைவு (Delineation) தயாரித்தல் மிகவும் அவசியமாகும். இதன் மூலம் அணைகள் உடைவதாலும் நிலச்சரிவு ஏற்படுவதாலும் மற்றும் நில நடுக்கத்தின் நேரடித் தாக்கத்தாலும் ஏற்படும் இழப்பினைத் தடுக்கலாம்.

தொலையுணர் கருவிகளைப் பயன்படுத்தி வளமை ஆராய்தல் (Resource exploration):-

லான்ட்சாட், JERS-1 மற்றும் Aster போன்ற தொலையுணர் உணர்விகள் பயன்பாட்டிற்கு வந்த பிறகு தொலையுணர் புள்ளிவிவரங்கள் கனிம வளங்களை ஆராயவும் வளமைப்பகுதிகளைக் கண்டறியவும் தேவைப்படும் முக்கியமான விவரங்களை அளிக்கின்றன. கனிம வளங்களை ஆராய்தலில் இரண்டுவகை தொலையுணர் உணர்விகள் பயன்படுகின்றன. அவை (1) ஒளியியல் உணர்விகள் (2) கூட்டிணைப்புத்துளை (synthetic aperture radar) உணர்விகள்.

ஒளியியல் உணர்விகள் மந்த நிலை உணர்விகள் ஆகும். இவை பூமியின் மீது பட்டுத்திரும்பும் சூரிய ஒளியிலிருந்து அலைக்கற்றைப் புள்ளிவிவரங்களைப் (Spectral data) பெறுகிறது. கனிம வளமை ஆராய்தலுக்குப் பயன்படும் அலைக்கற்றைப் புள்ளிவிவரங்களில் புலப்பாட்டொளி முதல் அகச்சிவப்புக் கதிர் வரை உள்ளன. குறுஅலை அகச்சிவப்புக் கதிர்களில் (Shortwave Infrared-SWIR) உள்ள அலைக்கற்றை மூலம் பூமியில் மாறியமைந்து காணப்படும் பகுதிகளை அடையாளம் காணலாம். மாறியமைந்த பகுதிகள் கனிமப்படிவுகள் உருவானபோது பூமியில் ஏற்பட்ட முக்கியமானப் பகுதிகள் ஆகும். ஈரப்பதம் அதிகமுள்ள பகுதிகளில் அடர்ந்த மேகங்கள் நிலப்பகுதிகளை மறைத்துவிடுவதால்

வளமை ஆராய்தலுக்கு ஒளியியல் உணர்விகள் வறண்ட பகுதிகளில் அதிகம் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

SAR செயல்திறனுள்ள உணர்வியாகும். இது பூமியை நோக்கி நுண்ணலைகளைச் செலுத்துகிறது. நுண்ணலைகள் பூமிப்பரப்பில் பட்டுச் சிதறி மீண்டு வரும் நுண்ணலைகளை ஏற்று இது செயல்படுகிறது. நுண்ணலைகள் மேகப்போர்வையை ஊடுருவிச் செல்லும் திறன் பெற்றிருப்பதால் மேகப்போர்வை அடர்ந்து காணப்படும் இடங்களில் கூட SAR மூலம் தகவல்களைப் பெறலாம்.

லான்ட்சாட், JERS – I, ASTER போன்றவற்றில் பலபட்டை ஒளியியல் உணர்விகள் (Multiband Optical Sensors) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் மேம்பட்ட ஒளியியல் மற்றும் SAR உணர்விகளான உயர் அலைக்கற்றை ஒளியியல் உணர்விகளும் (Hyperspectral Optical Sensor) பன்முனைவாக்க SAR உணர்விகளும் (Multi Polarization SAR Sensors) உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவை மிக நுண்ணிய, விரிவான தகவல்களை அளிக்கின்றன.

"பலப்பட்டை அலைக்கற்றை ஒளியியல் உணர்விகளில் 4-5 பட்டைகள் மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் உயர் அலைக்கற்றை உணர்விகளில் நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட பட்டைகள் பயன்படுத்தப்படுவதால் தொடர்ச்சியான தகவல்களைப் பெறலாம். இதிலிருந்து கனிமங்களைத் துல்லியமாக வேறுபடுத்தி அறியலாம். ஹைபீரியன் (Hyperion) எனப்படும் உயர் அலைக்கற்றை உணர்வி 2000ம் ஆண்டு நவம்பர் 21ம்தேதி விண்ணில் செலுத்தப்பட்டது. இதில் 220 பட்டைகள் உள்ளன. ஹைபீரியன் அனுப்பும் தகவல்களை ஜப்பானிய எண்ணெய், வாயு மற்றும் உலோக தேசியக் கழகம் (JOGMEC) ஆராய்ந்து இதுவரை 20 கனிமங்களைக் கண்டறிந்துள்ளது.

அத்தியாயம் – 11

உடற்செயலியல் சூழ்நிலையியல் உயிரிகளின் உடற்செயலியல் தகவமைப்புகள் கடல்வாழிடத் தகவமைப்புகள் (Adaptations to marine habitats)

முன்னுரை:-

பல கடல் வாழ் விலங்குகளின் உடற்திரவத்தை ஆய்வுசெய்த போது கீழ்க்கண்ட விளைவுகள் கண்டறியப்பட்டன.

(அ) விலங்குகளின் உடற்திரவத்தின் அடர்த்தி கடல் நீரின் செறிவை ஒத்திருக்கிறது.

(ஆ) அயனிக் கூட்டமைப்பு (ionic composition) கடல் நீரிலிருந்து மாறுபடுகிறது.

(இ) பல்வேறு குழுவைச் சேர்ந்த விலங்குகளின் அயனி ஒழுங்குபாட்டில் குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடுகள் உள்ளன.

(ஈ) ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடைய விலங்குகளின் அயனி ஒழுங்குபாட்டில் ஒற்றுமைகள் காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலான கடல் வாழ் முதுகெலும்பற்ற உயிரிகள் கடல் நீருடன் ஊடுபரவல் சமநிலையில் உள்ளன. குழியுடலிகள் மற்றும் முட்தோலிகள் போன்ற விலங்குகளில் அயனிகளின் செறிவுக்கும் கடல் நீரின் செறிவுக்கும் அதிக வேறுபாடுகள் இல்லாத காரணத்தால் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு குறைவாகவே நடைபெறுகிறது.

எனினும் பெரும்பாலான கடல் விலங்குகளின் (கிரஸ்டேஷியன்கள், மெல்லுடலிகள் போன்றவை) உடற்திரவத்தில் பொட்டாசியம் மற்றும் கால்ஷியம் அயனிகளின் செறிவு கடல் நீரைவிட அதிகமாகவும், கந்தகம் மற்றும் மக்னீஷியம் அயனிகளின் செறிவு கடல்நீரைவிடக் குறைவாகவும் உள்ளன.

ஒழுங்குபாட்டு இயங்கமைவு (Regulatory mechanism):-

ஒரு விலங்கிற்கும் அதன் சுற்றுச்சூழலுக்கும் இடையே உள்ள அயனிக் கூட்டமைப்புகளின் வேறுபாடு இரண்டு காரணிகளைச் சார்ந்துள்ளது.

1. உயிர்ப்பற்றக் காரணிகள் (Passive factors):-

இதில் (அ) ஊடகத்துடன் தொடர்புகொண்டிருக்கும் உடற்சுவரின் பொசிவாற்றல் (permeability) அல்லது ஊடுருவவிடும் தன்மை. (ஆ) உடற்திரவத்தில் டானன் விளைவை ஏற்படுத்தும் புரதங்கள் சில அயனிகளுடன் குறிப்பாகக் கால்ஷியம் அயனிகளுடன் இணைதல் ஆகியவை அடங்கும்.

2. செயலாக்கக் காரணிகள் (Active factors): -

(அ) இதில் நீர் மற்றும் உப்புக்கள் ஆகியவை கழிவுநீக்கம் செய்யப்படுதல். (ஆ) நீர் மற்றும் உப்புக்கள் போன்றவை உயிர்ப்புடன் உறிஞ்சப்படுதல் ஆகியவை அடங்கும்.

உடற்சுவரின் பொசிவாற்றல் (Permeability of the body wall):-

கடலில் வாழும் முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளின் உடற்சுவரானது நீரும் உப்பும் தம்மைக் கடந்து செல்ல அனுமதிப்பதால் அவற்றின் அயனிகளின் செறிவு கடல் நீருடன் சமநிலையில் உள்ளது. இவ்விலங்குகளை அதிக அல்லது குறைந்த உப்புத்தன்மையுள்ள கடல் நீரில் விடும் போது புதிய ஊடகத்திற்கேற்ப தம் உடற்திரவத்தின் அடர்த்தியை மாற்றிக் கொள்கின்றன. நீர் மற்றும் உப்புக்களின் ஊடுகலப்பு இயக்கத்தின் காரணமாக இது நடைபெறுகிறது.

உடற்திரவத்தில் உள்ள புரதங்களின் மூலம் அயனிகள் பரவுதல்:-

உடற்திரவத்தில் உள்ள புரதங்கள், ஊடகத்திற்கும் உடற்திரவத்திற்கும் இடையே அயனிகள் பரவுதலைக் கீழ்க்கண்ட வகைகளில் பாதிக்கிறது. 1. சில அயனிகளுடன் குறிப்பாக கால்ஷியம் அயனிகளுடன் சேர்ந்து ஊடுருவ இயலா கூட்டுப்பொருட்களை உருவாக்குதல். 2. டானன் சமநிலையை தூண்டுவதன் மூலம் அயனிகள் பரவுதலை பாதித்தல்.

கழிவு நீக்கம் மற்றும் அயனிகளின் ஒழுங்குபாடு:-

கழிவு நீக்க உறுப்புகள் இரத்தத்திலிருந்து சில அயனிகளைக் குறைப்பதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. முதுகெலும்பற்ற உயிரிகளில் சிறுநீரகச் சுரப்பி

அல்லது உணர் கொம்பு சுரப்பிகள் (Antennary gland) மூலம் உப்புகள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. டெக்காப்போடுகளின் இரத்தத்தில் மக்னீசியம் மற்றும் சல்பேட் ஆகியவை குறைவாகவும் பொட்டாசியம் மற்றும் கால்ஷியம் போன்றவை அதிகமாகவும் காணப்படும். ஏனெனில், டெக்காப்போடுகளின் கழிவுநீக்க உறுப்புகள் மக்னீசியம் மற்றும் சல்பேட் போன்றவற்றை இரத்தத்திலிருந்து வெளியேற்றுவதுடன் பொட்டாசியத்தையும் கால்ஷியத்தையும் இரத்தத்தில் நிறுத்திக் கொள்கின்றன. பொதுவாகப் பொட்டாசியம் மற்றும் கால்ஷியம் ஆகியவற்றின் செறிவு கடல் நீரின் செறிவைவிட உயர்ந்துவிடாமல் சீராக்கப்படுகிறது. ஆனால் ஏற்கனவே கூறியுள்ளபடி, டெக்காப்போடுகளில் பொட்டாசியம் மற்றும் கால்ஷியம் அயனிகளின் செறிவு கடல் நீரில் இருப்பதைவிட அதிகமாக இருப்பதன் காரணம் கடல் நீரில் இருந்து இந்த இரு அயனிகளும் அதிகமாக உட்கவரப்படுதலே ஆகும்.

உப்புக்களும் நீரும் உட்கவரப்படுதல்:-

வேற்றுமைப்பாட்டுப் பொசிவாற்றல் (differential permeability), உடற்திரவத்தில் உள்ள புரதங்களினால் ஏற்படும் விளைவுகள் மற்றும் கழிவு நீக்கம் போன்றவை அயனிகளின் ஒழுங்குபாட்டில் ஓரளவுக்குப் பங்கேற்கின்றன. ஆனால் கடல்நீரைவிட உடல் திரவத்தில் அயனிகளின் செறிவு அதிகரிக்க வேண்டுமெனில் செயல்மிகுக் கடத்தல் (active transport) மூலம் அயனிகள் கடத்தப்பட்டால் மட்டுமே சாத்தியமாகும். இது மட்டுமின்றி கடலில் வாழும் முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளின் சிறுநீர் உருவாக்கத்தில் நீர் இழக்கப்படுவதால் அதனை ஈடு செய்ய அதிக நீர் தேவைப்படுகிறது. இதற்காக உணவுப்பாதை வழியாக நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது. அயனிகள் உடற்பரப்பின் வழியாக உட்கவரப்படும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட பரப்பில் ஏற்படும் செறிவு வேறுபாடானது, அப்பரப்பின் வழியாக அயனிகள் உடனடியாக உறிஞ்சப் படுவதைத்தூண்டுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, கடல்வாழ் விலங்காக தம் பரிணாமம் முழுவதும் வாழ்ந்த ஒரே முதுகெலும்புள்ள விலங்கினம் சுறாமீன் இனமாகும். மிக்ஸின் (Myxine) என்னும் சுறா இன மீனை எடுத்துக்கொண்டால் அவற்றின் உடற்திரவமும் கடல்நீரும் சமஊடுபரவல் நிலையில் உள்ளன. அவற்றின் ஊடுகலப்பு அழுத்தம் (osmotic pressure) கனிம அயனிகளால் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. பல கிரஸ்டேஷியன்களில் காணப்படுவது போல மிக்ஸினின் இரத்தத்தில் உள்ள மக்னீசியம் மற்றும் சல்பேட் அயனிகளின் செறிவு கடல்நீரின் செறிவை விடக் குறைவு. பொட்டாசியம் மற்றும் கால்ஷியம் அயனிகளின் செறிவும் குறைவு என்றாலும் இரத்தத்தின் ஊடுகலப்பு அழுத்தம் அதிகச் செறிவுடைய சோடியத்தின் மூலம் ஏற்படுத்தப்படுகிறது.

குருத்தெலும்பு மீன்களின் செவுள்களுக்கு வெளிப்புறத்தை நோக்கி ஊக்கக்கடத்தும் திறன் இல்லை. எனவே அதற்கு ஈடாக அவற்றின் பொதுப்புழைக்கு (cloaca) அருகே மலக்குடல் சுரப்பிகள் (rectal glands) உள்ளன. இவை உடலில் நுழைந்த சோடியம் குளோரைடை வெளியேற்றுகின்றன.

கடல்நீரில் வாழும் எலும்பு மீன்கள் (teleosts) மற்றும் லாம்ப்ரேக்களில் இரத்தத்தின் செறிவு நன்னீரில் வாழும் உயிரிகளைவிடச் சிறிது அதிகம். இம்மீன்கள் கடல் நீரை விட குறைந்த ஊடுகலப்பு உடையவை. எனவே வாய், தொண்டைக்குழி மற்றும் செவுள்கள் போன்றவற்றில் உள்ள புறப்படைச்செல்கள் வழியாக நீரை வெளியேற்றுவதால் நீர்இழப்பு (dehydration) ஏற்படுகிறது. தடித்த அகப்படை (dermis) செல்கள், உடற்பரப்பில் உள்ள கோழைத்திரவ சுரப்பிகள் மற்றும் செதில்கள் போன்ற தகவமைப்புகளால் உடற்பரப்பின் மூலம் நீரிழத்தல் பெருமளவு குறைக்கப்படுகிறது. எனினும் ஊடுகலப்பு ஒழுங்கு பாட்டினால் ஏற்படும் நீரிழப்பானது நீரைக் குடிப்பதால் ஈடு செய்யப்படுகிறது. கடல் நீரிலிருந்து பெரும்பாலான அயனிகள் உறிஞ்சிக்கொள்ளப்படுகின்றன. நீரானது குடல் பகுதி மூலம் உறிஞ்சிக்கொள்ளப்படுகிறது.

கடல் மீன்கள் ஒருநாளைக்கு 50 மி.லி – 200 மி.லி / கி.கி அளவு நீரைக் குடிக்கின்றன. கடல் நீரைக்குடிப்பதால் சேரும் உப்புக்கள் குறிப்பபாக சோடியம் குளோரைடானது இரத்தத்தில் இருந்து தொடர்ச்சியாக வெளியேற்றப்படாவிட்டால் அவை இரத்தத்தில் தேங்கிவிடக்கூடிய ஆபத்து உள்ளது. நீரிழப்பு ஏற்படாமல் உப்பை வெளியேற்ற வேண்டியது அவசியம் என்பதால் செவுள்களின் வழியாக உப்புக்கள் வெளியேற்றப்படுகிறது. செவுளிலிருந்து திரும்பிவரும் இரத்தத்தில் உள்ள உப்பின் கூட்டமைப்பிலும் செவுளை நனைக்கும் ஊடகத்தில் உள்ள உப்பின் கூட்டமைப்பிலும் சில மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன என்பது பரிசோதனைகள் மூலம் உறுதி செய்யப்பட்டுள்ளது. ஐசோடோப்புகளைப் பயன்படுத்தி நடத்தப்பட்ட பரிசோதனையில் எலும்புமீன்களின் செவுள்களில் இருந்து செறிவுச்சரிவு வாட்டத்திற்கு (concentration gradient) எதிராக உப்புக்கள் சுரக்கப்படுதல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. சோடியம் மற்றும் குளோரைடு அயனிகள் செவுள்களில் உள்ள அனைத்து புறப்படைச் செல்களால் (epithelial cells) வெளியேற்றப்படுகிறது.

கடலில் வாழும் எலும்புமீன்கள் சிறுநீரின்வழியாகப் பெருமளவு உப்புக்களை இழக்கின்றன. இம்மீன்களின் சிறுநீரகத்தால் இரத்தத்தைவிட அதிக அடர்த்தியுடைய சிறுநீரை உற்பத்தி செய்ய இயலாது என்பதால் இரத்தத்தைவிடக் சிறிது அடர்த்திக் குறைந்த சிறுநீரை உருவாக்குகின்றன. மேலும் அதிக அளவு

உப்புக்களை வெளியேற்ற அதிகச் சிறுநீர் உற்பத்தி அவசியம் என்பதால் இவற்றால் அதிகப்படியான உப்பை வெளியேற்ற இயலாது. கடலில் வாழும் எலும்புமீன்கள் நீரிழப்பைத் தவிர்க்க மிகக் குறைந்த அளவு சிறுநீரை மட்டும் உற்பத்தி செய்கின்றன. இம்மீன்கள் உருவாக்கும் சிறுநீரில் மக்னீசியம், கால்ஷியம் மற்றும் சல்பேட் போன்ற உப்புக்கள் உள்ளன. இவ்வாறு கடல் மீன்களின் சிறுநீரானது அவற்றின் இரத்தத்தில் உள்ள அயனிகளின் செறிவைக் கட்டுப்படுத்துவதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது.

கடல் நீரின் இயற்பிய மற்றும் வேதியியல் காரணிகளான தாது உப்புக்களின் அடர்த்தி, வெப்பம் மற்றும் அமிலத் தன்மை போன்றவை ஒரு சில மாறுதல்களைத் தவிர ஆண்டின் அனைத்துப் பருவங்களிலும் மாறாத தன்மையுடன் இருக்கின்றன. இச்சிறிய மாறுபாடுகளும் விலங்குகள் தம்மைத் தகவமைத்துக் கொள்ளப்போதிய கால அவகாசம் கொடுத்த பின்னரே மெதுவாக வெளிப்படுகின்றன.

கடல் வாழ் உயிர்வன விலங்குகளான கடல் ஆமைகள், கடற்பாம்புகள் மற்றும் சில கடல் பாலூட்டிகள் போன்றவை எலும்புமீன்களைப்போல பிளாஸ்மாவின் அயனி அடர்த்தியை ஒழுங்குபடுத்துகின்றன. இவற்றின் தோல் நீரையும் பிற அயனிகளையும் கடந்து செல்ல விடுவதில்லை. ஏனெனில் இவை காற்றைச் சுவாசிக்கும் விலங்குகள் என்பதால் இவற்றின் செவுள் அயனிகளை ஊடுருவவிடுவதில்லை.

நன்னீர் வாழிடத் தகவமைப்புகள்
(Adaptations to Freshwater habitat)

நன்னீரின் இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் காரணிகள் மாறக்கூடியத் தன்மையுடையவை. கடல்நீரைவிட நன்னீரில் மிகக்குறைவான அளவு கனிமங்கள் உள்ளன. அவற்றின் அளவும் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் வேறுபடுகின்றன. மேலும் அயனிகளின் கூட்டமைப்பானது இடத்திற்கு இடம் பருவத்திற்குப் பருவம் வேறுபடுகின்றன. மழை மற்றும் வெப்பம் போன்ற தட்பவெப்பநிலைக் காரணிகளும் கனிமங்களின் செறிவு, அடர்த்தி, அமிலத்தன்மை மற்றும் வெப்பம் போன்றவற்றில் மாறுபாடுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. வேகமாகப் பாயும் ஆற்றுநீரில் கடலைவிட அதிக ஆக்ஸிஜன் உள்ளது. ஓடாமல் நிலையாக இருக்கும் நீரில் குறைந்த அளவு ஆக்ஸிஜன் உள்ளது.

நன்னீரில் வாழும் விலங்குகளின் உடற்திரவம் அவைவாழும் ஊடகத்தைவிட உயர்ஊடுகலப்பு நிலையில் இருக்கின்றது. எனவே நன்னீர் உயிரிகளுக்கு

ஊடுகலப்புப் பிரச்சினைகள் ஏற்படுகின்றன. இப்பிரச்சனைகளை ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாட்டு இயக்கங்களை மேம்படுத்துவது மூலம் நன்னீர் உயிரிகள் சமாளிக்கின்றன. இவ்விலங்குகளின் உடற்பரப்புப் பொசிவாற்றல் கழிமுக நீரில் வாழும் விலங்குகளுடன் ஒப்பிடுகையில் மிகவும் குறைவு.

நன்னீர் வாழ் உயிரிகளின் உடற்பரப்பின் வழியாக நீர் உட்புகுவதால் அவற்றின் இரத்தத்தின் செறிவு குறைகிறது. எனவே இரத்தத்தின் செறிவை நிலைப்படுத்த நீர் அல்லது உப்பு இரத்தத்தில் இருந்து வெளியேற்றப்படவேண்டும். பொதுவாக நன்னீர் விலங்குகள் இரத்தத்தைவிடக் குறைந்த உப்புத்தன்மையுள்ள சிறுநீரை வெளியேற்றி உப்புக்களை உடலில் தேக்கிக் கொள்கின்றன. சிறுநீரின் வழியாக உப்புக்கள் வெளியேறுதல் குறைக்கப்பட்டாலும் கூட குறிப்பிடத்தக்க அளவு உப்புக்கள் சிறுநீருடன் வெளியேறுகின்றன. நீர்த்த சிறுநீரை உருவாக்குவதன் மூலம் உடலில் நுழையும் அதிகப்படியான நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது. அஸ்டாகஸ் (Astacus) என்னும் மடக்கிறால் 24 மணி நேரத்தில் தன் உடல் எடையில் 4% அளவுக்கு சிறுநீரை உற்பத்தி செய்கின்றது. இவ்வாறு நீர்த்த சிறுநீர் உற்பத்தியாதல் ஊடுகலப்பு மற்றும் அயனிகளின் ஒழுங்குபாட்டிற்கு அவசியம். இச்செயல்பாடு கிரஸ்டேஷியன்களின் உணர்கொம்பு சுரப்பிகள் மூலம் நடைபெறுகிறது.

நன்னீர் விலங்குகளின் உணர்கொம்பு சுரப்பிகளுக்குப் செல்லும் இரத்த நாளங்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாகவும் இரத்தத்தை செலுத்தும் இரத்தக்குழிகள் (lacuna) பெரியதாகவும் உள்ளன. இச்சுரப்பியில் உள்ள நெஃப்ரிடியல் குழாய் நீளமாக இருப்பதால் குளோரைடு அயனிகளை உறிஞ்சவும் நீரைச் சுரக்கவும் பயன்படுகிறது. நன்னீர் மடக்கிறாலின் உடலிலிருந்து வெளியேறும் நீர் மற்றும் உப்புக்கள் செவுள்கள் மூலம் ஊடகத்திலிருந்து உறிஞ்சி ஈடு செய்யப்படுகிறது. மேலும் நீர் மற்றும் அயனிகளின் இழப்பு உணவின் மூலமாகவும் ஈடு செய்யப்படுவதாக நம்பப்படுகிறது.

நன்னீர் ஊடகத்திற்கும் நன்னீர் வாழ் உயிரிகளின் இரத்தத்திற்கும் இடையே உள்ள சிறிய சவ்வூட்ட வேறுபாடு ஊக்கக்கடத்தல் மூலம் சமன்செய்யக் குறைந்த அளவு ஆற்றல் மட்டுமே தேவைப்படுகிறது.

நீர்வாழ்ப்பூச்சிகளின் இளஉயிரிகளில் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு குடல் மூலம் நடைபெறுகிறது. இப்பணிக்காகக் குடலில் சிறப்புத் தன்மை வாய்ந்த பகுதிகள் உள்ளன. ஏடிஸ் ஏஜிப்டி (Aedes *aegypti*) என்னும் பூச்சியில் மலத்துளைக்

கொம்புகளும் (anal papillae) மலக்குடல் சுவரும் உப்புக்களை உறிஞ்சிக் கொள்கின்றன.

நன்னீர் எலும்பு மீன்கள் மற்றும் லாம்ப்ரேக்கள்:-

நன்னீர் மீன்களும் முதுகெலும்பற்ற உயிரிகளும் ஒத்த ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாட்டினைப் பெற்றிருக்கின்றன. லாம்ப்ரேக்களும் எலும்புமீன்களும் உயர்ஊடுகலப்பு (hyperosmotic) இரத்தத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. பொதுவாக நன்னீர் மீன்களில் இரத்தத்தின் செறிவு நிலையான அளவில் உள்ளது. நன்னீர் மீன்களின் இரத்தத்தின் அடர்த்தி அதிகமாக இருப்பதால் நீரானது உடற்பரப்பு, செவுள் மற்றும் வாய்க்குழி எபித்தீலியங்களின் வழியாக உடலுக்குள் நுழைகிறது. லாம்ப்ரேக்களின் தோல் வெறுமையாக (naked) இருப்பதால் நீர் எளிதாக உடலினுள் நுழைகிறது. ஆனால் எலும்பு மீன்களில் உள்ள செதில்கள் நீர் உள்நுழையும் வேகத்தை வெகுவாகக் குறைக்கிறது. லாம்ப்ரேக்களில் நீர் உடற்பரப்பின் வழியாக உள்நுழைகிறது. எலும்புமீன்களில் பெரும்பாலும் செவுள்களின் வழியாக நீர் உள்நுழைகிறது. இவ்வாறு எலும்புமீன்களின் உடலில் 24 மணி நேரத்தில் அவற்றின் உடல் எடையில் சுமார் 30 சதவீத அளவு நீர் உடலினுள் நுழைகிறது. இவ்வாறு நுழையும் நீரானது சிறுநீராக வெளியேற்றப்படுகிறது. சிறுநீரில் உள்ள பெரும்பாலான உப்புக்கள் மீண்டும் உறிஞ்சிக்கொள்ளப்படுகின்றன. சிறுநீரகத்தின் மூலம் உப்புக்கள் மீண்டும் உறிஞ்சிக்கொள்ளப்பட்டாலும் குறிப்பிடத்தக்க அளவு உப்புக்கள் சிறுநீரின் மூலம் இழக்கப்படுகின்றன. உணவின் மூலம் ஓரளவு உப்புக்கள் உடலில் சேர்ந்தாலும் சிறுநீரின் மூலம் இழக்கும் உப்பின் அளவை ஒப்பிடுகையில் இது மிகக் குறைவே. எனினும் செவுள்களின் வழியே உப்புக்கள் உறிஞ்சப்படுவதால் உப்பு இழப்பானது ஈடு செய்யப்படுகிறது. உடற்பரப்பின் மூலமாகவும் உப்புக்கள் உறிஞ்சப்படுகின்றன என்பதற்கு ஆதாரங்கள் உள்ளன. நன்னீர் மீன்கள் பெரும்பாலும் நீர் மற்றும் உப்பு இழப்பினை ஈடுசெய்வதற்காக நீரைக் குடிப்பதில்லை.

தரைவாழிட விலங்குகளின் தகவமைப்புகள்
(Adaptations to terrestrial Habitat)

பல விலங்கினங்கள் பல்வேறு கால கட்டங்களில் நீரிலிருந்து நிலத்தை நோக்கி இடம்பெயர்ந்தன. பூச்சியினங்கள், தரைவாழ் அராக்கினிடுகள் மற்றும் டெட்ரபோடுகள் போன்றவை முதலில் டிவோனியன் (Devonion period) காலத்தில் தோன்றின. பிறகு வயிற்றுக்காலிகள், ஒப்பிஸ்தோபிராங்க்கியேட்டுகள்

(opisthobranchiates) ஐசோபோடுகள் மற்றும் நண்டுகள் போன்றவை குடியேறின. இதைப்போல மண்புழுக்கள், ஓனைக்கோஃபோரன்கள் (Onychophoran), டிரைக்ளாடுகள் (triclads) போன்றவை ஈரமான நிலப்பகுதிகளில் குடிபுகுந்து தரை வாழ்க்கையை மேற்கொண்டன. நிலப்பகுதிக்கு இடம் பெயர்ந்த பெரும்பாலான விலங்குகள் ஈரமான நிலப்பகுதியிலும் நீர்நிலைகளுக்கு அருகிலும் வசிக்கத் தொடங்கின. எனினும், பின்னர் சில விலங்குகள் வறண்ட (arid) நிலப்பகுதிகளுக்கும், குறை வறட்சிப் (semi arid) பகுதிகளுக்கும் இடம் பெயர்ந்தன. இந்தச் சுற்றுச்சூழல் விலங்குகளை உலரச்செய்து துரிதமாக மரணத்தை ஏற்படுத்தியது. பின்னர் காற்றைச் சுவாசிக்கும் அமைப்புகளின் வளர்ச்சியானது காற்றிலிருந்து நேரடியாக ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொள்ள உதவியது. ஆனால் உலர்ந்த காற்றைச் சுவாசித்தல் உடல் உலர்ந்து போகும் ஆபத்தினை அதிகரித்தது. செல் கொள்ளளவைப் பராமரிக்கவும், ஊடகமாகச் செயலாற்றவும் செல்லின் செயல்பாடுகள் தடையின்றி நடைபெறுவதற்கும் தேவைப்படும் நீர் சுவாச உறுப்புகளின் வழியாகவும் உடற்பரப்பின் வழியாகவும் வெளியேறின. மேலும் சிறுநீர் மற்றும் மலத்தின் வழியாகவும் நீர் இழத்தல் ஏற்பட்டது. எனினும், நீர் வாழ்க்கையில் இருந்து தரை வாழ்க்கைக்கு நிலைமாற்றம் (transition) ஏற்பட்ட போது தரைச் சுற்றுச்சூழல் ஏற்படுத்தும் இடர்களை சமாளிப்பதற்காக விலங்குகள் தமக்குத் தகுந்த தகவமைப்புகளை ஏற்படுத்திக் கொண்டன. நிலத்தில் தம் வாழ்வைத் தொடர்வதற்காக புறத்தோற்றம், உடற்செயலியல் மற்றும் நடத்தையியல் தகவமைப்புகளை விலங்குகள் ஏற்படுத்திக்கொண்டன. இவ்வனைத்துத் தகவமைப்புகளும் நீர் மற்றும் உப்பு இழப்பினைக் குறைக்க உதவின. பாலூட்டிகளின் தோலில் ஊர்வனவற்றின் தோலைவிடக் குறைவான அளவில் கெராட்டின் (Keratin) உள்ளது. எனினும் பாலூட்டிகளில் தோல் வழியாக இழக்கப்படும் நீரின் அளவு ஊர்வனவற்றில் வெளியேறும் நீரின் அளவுக்குக் குறைவாக உள்ளது. தோல்வழி நீரிழப்பு குறைக்கப்பட்டாலும் எலி போன்ற பாலூட்டிகளின் ஒட்டுமொத்த நீரிழப்பு, ஒத்த அளவுடைய ஊர்வனவற்றின் நீரிழப்புடன் ஒப்பிடுகையில் மிக அதிகம். இவ்வாறு நீரிழத்தல் அதிகரிக்கக் காரணம் சுவாசித்த காற்றின் வழியே நீர் வெளியேற்றப்படுதலே ஆகும். நீரிழப்பினை இரண்டு காரணிகள் கட்டுப்படுத்துகின்றன. அவை. 1. உயர் வளர்சிதைமாற்ற விகிதம். 2. உயர் உடல்வெப்பநிலை.

1. உயர் வளர்சிதைமாற்ற விகிதம் (High metalobic rate):-

வளர்சிதைமாற்றவேகம் அதிகரித்தால் நீரிழப்பு அதிகரிக்கிறது. ஏனெனில் உயர்வளர்சிதைமாற்றவேகம் அதிகரித்தால் மூச்சுவிடுதலின் வேகமும் உயர்ந்து

முடிவில் அதிக நீரிழப்பும் ஏற்படுகிறது. விலங்குகளின் உடல் எடைக்கும் அவற்றின் அலகு நிறையின் வளர்சிதைமாற்ற வேகத்திற்கும் (metabolic rate / unit mass) தொடர்புண்டு. சிறிய விலங்குகளின் ஒரு அலகு நிறையின் வளர்சிதைமாற்ற வேகமானது பெரிய விலங்கின் வளர்சிதை மாற்ற விகிதத்தைவிட அதிகமாகும்.

சுற்றுச்சூழல் வெப்பத்தால் பூரிதமடைந்த காற்றை சுவாசிக்கும்போதும் பாலூட்டிகள் நீரை இழக்கின்றன. சுற்றுச்சூழல் வெப்பநிலையைவிட பாலூட்டிகளின் உடல் வெப்பம் அதிகமாக இருந்தால் மட்டுமே இது சாத்தியமாகும். இப்பாலூட்டிகள் வெளியிடும் வெளிமூச்சுக்காற்றானது (exhaled air) சுற்றுச்சூழலின் வெப்பநிலையைவிட அதிக வெப்ப நிலையுடன் இருக்கும். உயர் வெப்ப நிலையில் காற்றின் ஈரப்பதம் அதிகமாக இருப்பதால்; பாலூட்டிகள் வெப்பத்தாக்க நோய் (heat stroke) க்கு ஆளாகும் வாய்ப்புகள் அதிகம். பாலூட்டிகளின் உடல் வெப்பநிலை 4° - 5C° அதிகரிக்கும்போது உடல் வியர்த்து வியர்வை வெளியே வந்து ஆவியாகி உடலை குளிர்ச்சியடைய வைக்கிறது. உடல் வெப்பத்தைக் குறைக்க வியர்த்தல் அவசியம் எனினும், வியர்வையால் எற்படும் நீரிழப்பால் இரத்தத்தின் பிசுபிசுப்புத்தன்மை (viscosity) யில் விரும்பத்தகாத மாற்றங்கள் எற்படுகின்றன. பிசுபிசுப்புத்தன்மை அதிகரிக்கும்போது இரத்த ஓட்டத்தின் வேகம் குறைவதால் உடலில் இருந்து வெப்பத்தை இரத்தத்தால் அகற்ற முடியாமல் போய்விடுகிறது. எனவே உடல் வெப்பம் உயர்கிறது. மேலும் விலங்கின் உடல் எடையில் 10% நீர் இழப்பு ஏற்படும்போது அவ்விலங்கு இறக்கின்றது. வெப்பமான மற்றும் உலர்ந்த சீதோஷ்ண நிலை உடைய பாலைவனங்கள் வாழ்வதற்கு உகந்தவை அல்ல. மேலும் வெப்பத்தாக்கநோய் ஏற்படும் வாய்ப்புகளும் அதிகம். எனினும் கங்காரு எலி, ஒட்டகம் மற்றும் கழுதை போன்ற விலங்கினங்கள் பாலைவன சீதோஷ்ண நிலைக்குத் தகுந்த உடற்செயலியல் மற்றும் நடத்தையியல் தகவமைப்புகளை ஏற்படுத்திக் கொண்டுள்ளன.

கங்காரு எலிகளில் (Dipodomys) நீரைச் சேமிக்க சிறந்த முறைகள் காணப்படுகின்றன. கீழ்க்கண்ட தகவமைப்புகளால் நீரிழப்பு கணிசமாகக் குறைகிறது.

1. தோல் மற்றும் நுரையிரலின் வழியாக ஏற்படும் நீரிழப்பு குறைதல்.
2. அடர்வு மிகுந்த சிறுநீர் உருவாக்கம்.
3. உலர்ந்த மலத்தை உருவாக்குதல்.

தோலில் வியர்வைச் சுரப்பிகள் இல்லாததால் தோலின் மூலமாக நீரிழத்தல் தடுக்கப்படுகிறது. மேலும் வியர்வைச்சுரப்பிகள் இல்லாததால் 41° C வரை அதாவது சராசரி வெப்பநிலையை விட 6° C அதிக வெப்பநிலையைத் தாங்கக் கூடிய திறனை விலங்குகள் வளர்த்துக் கொண்டன. எனினும் பகல் நேரங்களில் நிலவும் அதிக வெப்பநிலையை, குளிர்ந்த ஈரப்பதம் உள்ள வளைகளில் வாழ்தல் போன்ற நடத்தையியல் தகவமைப்புகள் மூலம் தவிர்க்கின்றன. சுற்றுச்சூழல் வெப்பநிலையானது உகந்த அளவுக்குக் குறையும் இரவு நேரங்களில் அவை மேய்கின்றன. கங்காரு எலிகளின் நீரிழப்பு பெரும்பாலும் சுவாசம் மூலம் நடைபெறுகின்றது. உலர்ந்த காற்றினால் ஏற்படும் மொத்த நீர் இழப்பில் 70% வியர்வை மூலம் ஏற்படுகிறது. ஆனால் வளைகளில் நிலவும் 80% ஈரப்பதத்தால் 40% நீரிழப்பு மட்டுமே ஏற்படுகிறது. 10% ஈரப்பதம் நிலவும்போது ஏற்படும் நீரிழப்பானது வளர்சிதைமாற்ற நீரால் ஈடுசெய்யப்படுகிறது. 10%க்கு மேல் ஈரப்பதம் நிலவும் ஒப்பு ஈரப்பதங்களில் (relative humidity) குறைந்த அளவு நீரை மட்டுமே வெளியேற்றி உடலில் நீரின் சமநிலையை ஏற்படுத்துகின்றன. மேலும் நீர்ச்சத்துள்ள உணவுகள் மற்றும் வளர்சிதை மாற்றத்தினால் உருவாகும் நீர் போன்றவற்றால் உற்பத்தியாகும் அதிகப்படியான நீர் சிறுநீராக வெளியேற்றப்படுகிறது.

மூச்சுக்காற்றின் வழியே நீர் ஆவியாவதால் ஏற்படும் நீரிழப்பு ஓரளவுக்கு நாசியினாலும் குறைக்கப்படுகிறது. நாசியிலிருந்து சிறிதளவு நீரானது ஆவியாவதால் நாசியறைகளில் 24° C அளவுக்கு குறைவான வெப்பநிலை நிலவுகிறது. வெளிமூச்சின்போது வெளியேறும் ஈரம் நாசியறையில் உள்ள கோழைத்திரவப் படலத்தில் குளிர்ந்து நீராக மாறுகிறது. இதன் மூலம் நீராவியாகி வெளியேறவிருந்த நீர் மீட்கப்படுகிறது.

பாலூட்டிகள் அடர்த்தி மிகுந்த (hypertonic) சிறுநீரை உற்பத்தி செய்கின்றன. கங்காரு எலியின் சிறுநீர் 20% கரைசலாகும். மனிதனின் சிறுநீர் 8% கரைசலாகும். ஆகவே கங்காரு எலியானது நீரிழப்பு அதிகமின்றி அதிக நைட்ரஜனை வெளியேற்ற முடியும். கங்காரு எலியின் குடலின் பின் பகுதியானது செரிக்கப்பட்ட உணவிலிருந்து நீரை உறிஞ்சிக்கொள்வதால் மலத்தை உலர்ந்த நிலையில் வெளியேற்றுகின்றன. இவ்வாறு கங்காரு எலி நீரை சேமிப்பதால் அதன் இரத்தத்திலுள்ள நீரின் அளவு மாறாமல் பராமரிக்கப்படுகிறது.

ஒட்டகங்கள் நீரின்றி நீண்ட நாள் வாழ முடியும். ஒட்டகங்கள் தங்கள் தோல் மற்றும் நுரையீரலிலிருந்து ஆவியாதல் மூலம் நீரை இழக்கின்றன. மேலும் உணவுப்பாதை மற்றும் சிறுநீரகங்கள் வழியாகவும் நீரிழப்பு ஏற்படுகின்றது. எனினும் ஒட்டகங்கள் இவ்வுறுப்புகள் மூலம் நீரிழப்பு ஏற்படுவதைத்தடுக்கப் பல

இயக்குமுறைகளை உருவாக்கியுள்ளது. பாலைவன எலியைப் போலல்லாது ஒட்டகம் பெரிய அளவுடையது என்பதால் வெப்பமான உலர்ந்த தட்பவெப்ப நிலைக்கு ஆட்படுகிறது. இக்காரணத்தால்தான் ஒட்டகத்தின் நீரிழப்பு தடுப்பு முறைகள் அதே பாலைவனத்தில் வாழும் கங்காரு எலியின் நீரிழப்புத் தடுப்பு முறைகளிலிருந்து மாறுபட்டுள்ளன.

குளிர்காலங்களில் ஒட்டகம் புதர்கள் மற்றும் சாறுள்ள (succulent) தாவரங்களிலிருந்து தம் நீர்த்தேவையைப்பூர்த்தி செய்து கொள்ளுகின்றன. எனவே ஒட்டகங்கள் நீர் குடிக்காமல் இரண்டு மாதங்களுக்கு மேலும் கூட நீர்நீக்க (dehydration) பாதிப்பின் அடையாளம் ஏதுமின்றி வாழமுடியும். ஓர் ஒட்டகம் நீர் குடிக்காமல், வெறும் உலர் தீவனத்தை மட்டும் உண்டு பல வாரங்கள் வரை வாழமுடியும். ஆனால் நுரையீரல் மற்றும் தோலின் வழியாகவும், சிறுநீர் உருவாக்கம் மற்றும் மலம் போன்றவற்றின் மூலமாகவும் உடலிலிருந்து சீராக நீர் இழப்பு ஏற்படுவதால் இழந்த நீரின் அளவுக்கு ஈடாக உடல் எடை குறைகிறது. நீர் கிடைக்கும்போது ஒட்டகமானது தனக்குத் தேவையான அளவு நீரைக்குடித்து நிமிடங்களில் இழந்த எடையை மீண்டும் பெறுகிறது. ஒட்டகம் 10 நிமிடங்களில் தனது பழைய தோற்றத்தைப் பெற்று விடுகிறது. ஒட்டகங்கள் எவ்வாறு உலர் தீவனத்தை மட்டும் உண்டு பல வாரங்கள் வரை நீரின்றி வாழ முடிகிறது என்பது ஆச்சரியத்தைத் தரலாம். இதற்கான விளக்கம் யாதெனில் உணவுப்பொருள் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள கொழுப்பு ஆக்ஸிகரணம் அடைவதன்மூலம் வளர்சிதை மாற்ற நீரினைப் பெறுகின்றது. ஒட்டகத்தின் திமிலில் உள்ள கொழுப்பினை ஆக்ஸிகரணம் செய்தும் நீரினைப் பெறுகின்றன. 100 பவுண்டு கொழுப்பிலிருந்து 110 பவுண்டு நீரினை, அதாவது 13 காலன் (gallon) தண்ணீரைப் பெறலாம். எனினும் ஆக்ஸிகரணத்தின் மூலம் பெறும் நீரானது ஆவியாதல் மூலம் இழக்கும் நீரைவிடக் குறைவே.

கோடைகாலத்தில் பாலைவனத்தின் வெப்பநிலை 65°Cக்கு மேலும் கூட உயருகிறது. இதனால் பிற உயர்நிலை விலங்குகளின் உடல் வெப்பம் உயருகிறது. எனவே வியர்வையின் மூலம் உடல் வெப்பம் குறைக்கப்படுகிறது. இச்செயல்பாட்டின் காரணமாகப் பாலைவனத்தில் அரிதாகக் கிடைக்கும் நீரினை இழந்து வெப்பத் தாக்கத்தின் (heat stroke) காரணமாக விலங்குகள் இறந்து விடுகின்றன. ஆனால் ஒட்டகங்கள் நீரிழப்பினையும் உடல் வெப்ப உயர்வையும் தாங்கக் குறிப்பிடத்தக்க ஆற்றலைப்பெற்றிருக்கின்றன. நீரிழப்பைத் தாங்கும் திறன் பெற்றிருந்தாலும் கூட ஒட்டகங்களின் நீரிழப்புச் செயல்பாடு மிகமிக மெதுவாக நடைபெறுகிறது. இதன் காரணம் மிகக்குறைந்த அளவு சிறுநீரும் வியர்வையும் உற்பத்தியாதல் ஆகும்.

மேலும் ஒட்டகங்களில் நீரிழப்பினால் அவற்றின் இரத்தத்தின் கன அளவில் எந்தக் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றமும் ஏற்படுவதில்லை. ஒட்டகங்களில் 50 லி நீரிழப்பு ஏற்பட்டால் அவற்றின் இரத்தத்தின் கன அளவில் 1 லிட்டர் மட்டுமே குறைகிறது.

ஒட்டகங்களின் சிறுநீரகமும் நீரிழப்பைத் தடுப்பதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. ஒட்டகங்களுக்கு உலர் தீவனங்கள் அளிக்கப்பட்டால் அவற்றின் சிறுநீர் உற்பத்தி கணிசமாகக் குறைகிறது. அதாவது ஒரு நாளில் சுமார் 500 மி லி அளவு சிறுநீர் மட்டுமே உற்பத்தியாகிறது.

பாலைவனத்தில் மிக அதிக வெப்ப நிலையிலும் கூட ஒட்டகங்கள் மிகக் குறைந்த அளவு நீரை மட்டுமே வியர்வையின் மூலம் இழக்கின்றன. மேலும் ஒட்டகங்கள் தங்கள் உடல் வெப்பநிலையினைக் குறைந்தபட்சம் 52°C லிருந்து அதிகபட்சமாக 58°C வரை வியர்வை ஏற்படாமல் உயர்த்த இயலும். வெப்பம் அதிகமாக உள்ள நாட்களில் ஒட்டகங்கள் சுற்றுச்சூழலில் உயரும் வெப்பநிலையில் இருந்து வெப்பத்தை உட்கவர்கின்றன. ஆனால் 58°Cக்கு மேல் உடல் வெப்பம் உயரும் போது மேலும் வெப்பநிலை உயராமல் தடுக்க வியர்வை உருவாகத் தொடங்குகிறது. வெப்பமான நாளின் பெரும்பகுதி கழிந்த பின் தான் உடலானது இந்த உச்சவெப்பநிலையை அடைகிறது. இதனால் வியர்வையின் மூலம் உடலைக் குளிர்ச்சியடைய வைக்க வேண்டிய அவசியம் குறைகிறது. ஒட்டகத்தின் இந்தத் திறமையால் கணிசமான அளவு நீர் வீணாவது தடுக்கப்படுகிறது.

வெப்ப ஒழுங்குபாடு (Thermoregulation)

உடல் வெப்பநிலையின் அடிப்படையில் விலங்குகள் வெப்ப இரத்தப் பிராணிகள் (warm blooded) என்றும் குளிர் இரத்தப் பிராணிகள் (cold blooded) என்றும் வகைப்படுத்தப்பட்டன. ஆனால் இச்சொற்கள் துல்லியமான பொருள் தராது மேலோட்டமாக இருப்பதால் இன்னும் பொருத்தமான 'மாறாவெப்பநிலை உயிரிகள்' என்னும் பொருள் தரும் ஹோமியோதெர்மிக் மற்றும் 'மாறும் வெப்பநிலை உயிரிகள்' என்னும் பொருள் தரும் பாய்க்கிலோதெர்மிக் என்னும் பெயரும் இடப்பட்டன. சுற்றுச்சூழல் வெப்பநிலை எப்படியிருப்பினும் தம் உடல் வெப்பத்தை எப்போதும் சீராக ஒரே நிலையில் பராமரிக்கும் திறன் பெற்ற விலங்குகள் மாறாவெப்பநிலை விலங்குகள் (homeothermic) என்றும் சுற்றுச்சூழல் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கேற்பத் தம் உடல் வெப்பநிலையை மாற்றிக் கொள்ளும் விலங்குகள் மாறும் வெப்பநிலை (poikilothermic) விலங்குகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. சில விலங்குகள் அதிக வெப்பக்கடத்தல் விகிதத்தையும் (thermal conductance

rate) குறைவான வெப்பஉற்பத்தி விகிதத்தையும் பெற்றிருக்கின்றன. இவ்விலங்குகள் தம் உடலில் உற்பத்தியாகும் வெப்பத்தைச் சார்ந்திராது சுற்றுச்சூழலிருந்து வெப்பத்தைப் பெற்று தம் உடல் வெப்பத்தை ஒழுங்குபடுத்திக் கொள்கின்றன. இவை புறவெப்ப உயிரிகள் அல்லது எக்டோதெர்மிக் (Ectothermic) உயிரிகள் எனப்படுகின்றன. இதற்கு மாறாகச் சில உயிரிகள் தம் வளர்சிதை மாற்றத்தால் உருவாகும் வெப்பத்தினைப் பயன்படுத்தி தம் உடல் வெப்பத்தினை மாறாநிலையில் சீராகப் பராமரிக்கின்றன. இவ்விலங்குகள் அகவெப்ப உயிரிகள் அல்லது என்டோதெர்மிக் (Endothermic) உயிரிகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இதில் பறவைகளும் பாலூட்டிகளும் அடங்கும்.

தம் உடல் வெப்ப நிலையை அவ்வப்போது மாற்றிக் கொள்ளும் புரோட்டோதீரியா போன்ற மற்றொரு வகை உயிரிகளும் உள்ளன. ஆனால் இவ்வுயிரிகள் செயல்படும்போது அகவெப்ப ஒழுங்குபாட்டை மேற்கொள்கின்றன. இவ்வகை விலங்குகள் ஹெட்டிரோதெர்மிக் (Heterothermic) விலங்குகள் எனப்படுகின்றன. இவ்விலங்குகள் சில சமயங்களில் மட்டும் உடற்செயலியல் வெப்பத்தினை (physiological temperature) ஒழுங்குபடுத்தும் திறனைப் பெற்றிருப்பதால் இவை நிலைமாறும் அக வெப்ப உயிரிகள் (facultative endothermic) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

அக வெப்ப உயிரிகளில் உடல் வெப்ப ஒழுங்குபாடு (Temperature regulation in Endotherms):-

பறவைகள்:-

பொதுவாக பறவைகளின் உள்ளக வெப்பநிலை (core temperature) பாலூட்டிகளை விட அதிகம். இது கோடைக்காலங்களில், குறிப்பாக வறண்ட தட்பவெப்ப நிலையில் வாழும் பறவைகளுக்கு பயன்தருவதாகும். எனினும் பாலைவனங்களில் வாழும் பறவைகளின் வெப்பநிலையும் பிற பகுதிகளில் வாழும் பறவைகளின் வெப்பநிலையும் ஒரே வீச்செல்லைக்குள் (range) உள்ளன. இப்பறவைகளின் பகல் நேர உடல்வெப்பநிலையில் குறைந்த அளவிலான (2-3°C) மாறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. தசைச்செயல்பாடுகள் காரணமாக உடல் வெப்பநிலை தற்காலிகமாக உயர்த்தப்படுகிறது.

வெப்பமான சூழ்நிலையில் சுவாசித்தலின் காரணமாக பறவைகள் அதிக வெப்பத்தை இழக்கின்றன. அமெரிக்கச் செம்புள் (Cardinal) போன்ற பறவைகளில் சுற்றுச்சூழல் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. 34°C முதல் 40°C வெப்பநிலையில்

சுவாசித்தல் அதிகரிப்பதால் நான்கு மடங்கு நீரிழப்பு ஏற்படுகிறது. இது ஆவியாக்கிக் குளிர்வித்தல் (evaporative cooling) ஆகும்.

பறவைகளில் வெப்ப மாற்றம் (Transfer of heat):-

வெப்பத்தை உடலிலிருந்துச் சுற்றுச்சூழலுக்கு மாற்ற ஆவியாக்கிக் குளிர்வித்தல் தவிர வேறு பல வழிமுறைகளும் உள்ளன. தம் சிறகுகளை உடலுக்கு அப்பால் விரித்து உடற்பகுதிகளை வெளிப்படுத்துல், இறகுப் போர்வையை (plumage) அழுத்திக்கொள்ளுதல், கால்களுக்கும் கொண்டைக்கும் (combs) இரத்த ஓட்டத்தை அதிகரித்தல் போன்றவை அவற்றுள் சில. மேலும் வெப்ப ஒழுங்குபாட்டில் சில குறிப்பிட்ட நடத்தையியல் கூறுகளும் உள்ளன. பல பறவைகள் பகல் பொழுதில் நிழலான இடங்களுக்குச் சென்று உடல் வெப்ப உயர்வைத் தடுக்கின்றன. சில பறவைகள் தரைப்பகுதியில் நிலவும் அதிக வெப்பத்தைத் தவிர்க்க உயரமான மலைப் பிரதேசங்களுக்குச் சென்றுவிடுகின்றன. நாள் சார்ந்த இயக்கம் (Diurnal) கொண்ட பறவைகள் கோடைக் காலங்களில் தம் செயல்பாடுகளைக் குறைத்துக் கொள்வதால் வளர்சிதை மாற்ற வெப்ப உற்பத்தியும் குறைகிறது.

பாலூட்டிகள்:-

பெரும்பாலான பாலூட்டிகளின் உள்ளக வெப்பநிலை 35°C முதல் 40°C வரை காணப்படும். இது பொதுவாகச் சுற்றுச்சூழலில் நிலவும் வெப்பநிலையை விட அதிகமாகும். எனவே பாலூட்டிகளின் வெப்ப ஒழுங்குபாடானது சூழலியல் மற்றும் புறத்தோற்றத் தகவமைப்புகளை சார்ந்துள்ளது. பாலூட்டிகளின் வெப்ப ஒழுங்குபாட்டில் இரண்டு அம்சங்கள் உள்ளன. அவையாவன 1. வெப்ப இழப்பைக் கட்டுப்படுத்துதல் 2. வெப்ப உற்பத்தியை அதிகரித்தல்.

குளிர்ப் பிரதேசங்களில் வாழும் பாலூட்டிகள் வெப்ப இழப்பைக் கட்டுப்படுத்தியும் வளர்சிதை மாற்ற வெப்பத்தினை உயர்த்தியும் தம் உடல் வெப்பநிலையைச் சீராக வைத்துக்கொள்கின்றன. மிக அதிகக் குளிர்நிலவும்போதும் பாலூட்டிகளின் உடல் வெப்பம் மாறாமல் பராமரிக்கப்படுகிறது. உரோமம், மென்மயிர் (fur) தோலடிக் கொழுப்பு போன்ற வெப்பக் காப்பு (insulation) முறைகள் மூலமாகவும் உடலின் குருதி நாடி இயக்கக் கட்டுப்பாடு மற்றும் இரத்த ஓட்ட மண்டலத்தில் எதிர்ஓட்டவெப்பப் பரிமாற்றம் (countercurrent heat exchange) மற்றும் உடல் புறப்பரப்பின் குளிர் உணரும் தன்மையைக் குறைத்தல் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தி உடல் வெப்பம் நிலையாகப் பராமரிக்கப்படுகிறது.

பாலைவனப் பாலூட்டிகளில் சுற்றுச்சூழல் வெப்பநிலையானது உடல் வெப்பத்தைவிட அதிகரிப்பதால் அங்கு வெப்பத்தால் ஏற்படும் பிரச்சினைகள் மிகவும் அதிகம். இதுபோன்ற சமயங்களில் வெப்பமானது சுற்றுச்சூழலிலிருந்து உடலினுள் நுழைகிறது. இவ்வாறு வெப்ப மாற்றம் எதிர்த் திசையில் நடைபெறுவதால் ஆவியாதல் மூலம் உடல் குளிர்விக்கப்படுகிறது.

உயர் வெப்பநிலைக்கான தகவமைப்புகள் (Adaptations to High temperatures):-

பாலைவன விலங்குகளின் உள்ளக உடல்வெப்பத்தைவிடச் சுற்றுச்சூழல் வெப்பம் அதிகரிக்கும்போது கீழ்க்கண்ட உடற்செயலியல் இயக்கங்கள் நடைபெறுகின்றன.

1. வெப்ப இழப்பு விகிதம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

2. வெப்பச்செறிவு வாட்டத்திற்கு (thermal gradient) எதிராக அக வழி வெப்பமானது (Endogenous) உடலிருந்து சுற்றுச்சூழலுக்கு மாற்றப்படுவதால் ஆவியாதல் மூலம் உடல் குளிர்விக்கப்படுகிறது.

பாலைவனத்தின் கடும் வெப்பத்திற்கேற்ப விலங்குகள் தம்மைத் தகவமைத்துக்கொள்கின்றன. பொதுவாகப் பாலைவனத்தில் பகல் நேரத்தில் அதிக வெப்பமும், அந்தி நேரத்தில் குறைந்த வெப்பநிலையும் இரவில் அதிகக் குளிரும் நிலவுவதால் விலங்குகள் வெப்பத்தினால் ஏற்படும் தகைப்பினைத் (stress) தொடர்ச்சியாகச் சந்திக்கவேண்டியதில்லை. எனவே வெப்பமண்டலப் பாலைவனங்களில் வாழும் விலங்குகள் மிக அதிக வெப்பத்தையும் மிக அதிகக் குளிரையும் (extreme climatic conditions) நரம்பு மண்டலத்தின் உதவியுடன் உடற்செயலியல் செயல்பாடுகளைச் சரிசெய்து. தம்மைத் தகவமைத்துக் கொள்கின்றன. பாலைவன விலங்குகளுக்கு ஏற்படும் வெப்ப ஒழுங்குபாட்டுப் பிரச்சினைகளில் கீழ்க்கண்ட மூன்று வகைகள் உள்ளன.

1. உடல் வெப்பம் மாறாமல் நிலை நிறுத்தப்படும்போது வெப்ப வரம்புகள் தளர்த்தப்படுதல்.

2. வெப்ப ஒழுங்குபாட்டு முறைகளைவிட விலங்குகளில் நடத்தையியலில் இணக்கமுறைகள் (behavioural adjustments) முக்கியத்துவம் பெறுதல்.

3. சிறப்புத் தன்மை வாய்ந்த அமைப்பியல் மற்றும் செயலியல் தகவமைப்புகள் உருவாதல்.

கங்காரு எலி (Dipodomys) இரவில் உலவும் ஒரு சிறிய பாலைவனப் பாலூட்டியாகும். இந்த எலியால் பகல்நேர வெப்பநிலையைத் தாங்க இயலாது. எனவே அவை ஈரப்பதம் அதிகம் உள்ள வளைகளில் தம் பகல் நேரத்தைக் கழிக்ககின்றன. சூரியன் மறைந்த பிறகு வெப்பநிலை குறைந்ததும் கங்காரு எலிகள் வளையைவிட்டு வெளியே வருகின்றன. இவ்வாறு இச்சிறிய எலி 'ஆவியாக்கிக் குளிர் வித்தலை' த் தவிர்க்கிறது. பாலைவனத்தில் நீர் கிடைக்கும் வாய்ப்பு குறைவு என்பதால் எலியால் தன் தேவைக்கேற்ப நீர் குடிக்க இயலாது. எனவே இவ்வகையான தகவமைப்பு கங்காரு எலிக்கு மிகவும் அவசியம்.

பாலைவனத்தில் நிலவும் அதிகவெப்ப நிலைக்கேற்ப உடற்செயலியலைத் தகவமைத்துக்கொள்ளும் மற்றொரு விலங்கு ஒட்டகம் ஆகும். பல நாட்கள் வரை தண்ணீர் குடிக்காமல் பாலைவனத்தில் நீண்ட தூரம் பயணம் செய்வதில் ஒட்டகம் புகழ்பெற்றது. ஷ்மிட்நீல்சன் (Schmidlt-Nielson) ஆகியோர் ஒட்டகத்தில் காணப்படும் உடற்செயலியல் செயல்பாடுகளை விவரித்துள்ளனர். ஒட்டகம் சுற்றுச்சூழலில் நிலவும் மிகஅதிக வெப்பநிலையை தாங்கக்கூடியது. ஏனெனில் அதன் உள்ளக வெப்பநிலை (core temperature) மிக அதிகம். ஒட்டகத்திற்குத் தண்ணீர் கிடைக்காத போது அதன் உள்ளக வெப்பநிலை 40°C க்கு மேல் உயருகிறது. ஆனால் நீர் கிடைத்தால் உள்ளக வெப்பநிலை ஏறக்குறைய 34°C வரை காணப்படுகிறது. இவ்வாறு உள்ளக வெப்பநிலை மாறுபடக் காரணம் பகல் நேரங்களில் வெப்பத்தைச் சேமித்து நீரிழப்பைத் தடுத்தலேயாகும். 500 கி.கி எடையுள்ள ஒட்டகத்தின் உடல் வெப்பம் 6°C உயர்ந்தால் 2500 கிலோகலோரிகள் வெப்பம் சேமிக்கப்படுகிறது என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. மேலும் ஒட்டகத்தின் மென்மயிர்கள் (fur) வெப்பமாற்றத்தைத் (heat transfer) தடுக்கும் சிறந்த அரணாகும். இது நீரிழப்பைத் தடுத்து உடல் வெப்பம் உயர்வதையும் தடுக்கிறது. மேலும் பலரும் நம்புகிறபடி ஒட்டகத்தில் நீர் சேமிக்கும் அமைப்பு ஏதும் கிடையாது. ஆனால் ஒட்டகங்கள் சிறுநீர் மற்றும் சுவாசித்தல் வழியாக ஓரளவுக்கு நீரை இழக்கின்றன. பாலைவனத்தில் நீண்ட நாள் பயணம் செய்யும் போது 25 – 30 % வரை ஏற்படும் நீரிழப்பைத் (Dehydration) தாங்கிக் கொண்டு வெப்பத்தினால் ஏற்படும் தகைப்பினையும் தவிர்க்கின்றன. நீர் கிடைக்கும் போது குறுகிய நேரத்தில் அதிக அளவு நீரை உறிஞ்சி நீரிழப்பிலிருந்து மீண்டு பழைய நிலையை அடைகின்றன.

உயர் வெப்பநிலைக்கும் உயர் வெப்ப உற்பத்தி விகிதத்திற்கும் தம்மைத் தகவமைத்துக்கொள்வதில் பாலூட்டிகளைப் பறவைகள் மிஞ்சி விட்டன. பறவைகளின் உடல் வெப்பம் 39°C-45°C வரை இருப்பதால் கடும் வெப்பம் நிலவும்

பகுதிகளிலும் அவற்றால் வாழ இயலும். சுற்றுச்சூழல் வெப்பநிலையானது உடல் வெப்பநிலையைவிட அதிகரிக்கும்போது பறவைகள் வெப்பக்கடத்தல் (conduction), வெப்பப்பரவல் (convection) மற்றும் வெப்பவீச்சு (radiation) போன்றவற்றின் மூலம் உடல் வெப்பத்தைக் குறைத்துக்கொள்கின்றன. பறவைகளின் உடலில் அடர்த்தியாக அமைக்கப்பட்டுள்ள இறகுகள் இன்சுலேட்டர் போலச் செயல்பட்டு நீர் இழப்பைத் தடுக்கிறது. வெப்ப மண்டல மற்றும் மித வெப்ப மண்டலங்களில் ஈரப்பதம் அதிகம் உள்ள கோடைக்காலங்களில் பறவைகள் தம் உடல் வெப்பத்தில் பாதியை ஆவியாதல் மூலம் இழக்கின்றன. ஓரளவுக்கு உயர்வெப்பம் உள்ள காலங்களில் பறவைகளின் உடல் வெப்பம் உயர்ந்து மிகைவெப்பநிலை என்னும் ஹைப்பர்தெர்மியா (hyperthermia) ஏற்படுகிறது. இதனால் பறவைகளின் உடலில் இருந்து மந்த நிலையில் வெப்பம் வெளியேறுகிறது. பறவைகளில் ஏற்படும் ஹைப்பர்தெர்மியா வெப்ப இழப்பையும், ஒட்டகத்தில் ஏற்படும் ஹைப்பர்தெர்மியா வெப்பச் சேமிப்பையும் ஏற்படுத்துகின்றன. மிகவும் குறைந்த ஈரப்பதம் உள்ள காலங்களில் சுற்றுச்சூழலில் உள்ள வெப்பநிலையைவிடச் சில பறவைகளின் உடல் வெப்பம் குறைகிறது.

குளிரை உணரும் உணர்ஏற்பிகள் (receptors) தூண்டப்பட்டால் வெப்பத்தைச் சேமிக்கத் தூண்டும் மறிவினைகள் ஏற்படுகின்றன. இதன் விளைவாகத் தோலுக்குச் செல்லும் இரத்தக்குழாய்கள் சுருங்குவதால் வெப்ப இழப்பு கணிசமாகக் குறைக்கப்படுகிறது. மேலும் மயிர்க்கூச்செறிதல், இறகுகள் சிலிர்த்தல் போன்றவை ஏற்படுகின்றன. இரத்தத்தின் வெப்பநிலை குறைந்தால் மூளையிலுள்ள வெப்ப ஒழுங்குபாட்டு மையங்கள் செயல்படத்துவங்கி உடலில் நடுக்கம் ஏற்படுகிறது. உடல் நடுக்கத்தினால் வளர்சிதைமாற்ற வேகம் அதிகரித்து வெப்ப உற்பத்தி ஏற்படுகிறது. குளிர்நிலையில் இருக்கும் அட்ரீனல் கார்டெக்ஸ் தூண்டப்பட்டு நார் அட்ரீனலின் சுரக்கிறது. அட்ரீனலின் மற்றும் தைராய்டு சுரப்பிகள் இணைந்து செயல்பட்டு வளர்ச்சிதைமாற்றத்தினை அதிகரிப்பதால் வெப்பம் உற்பத்தியாகிறது.

குளிர்ந்த சூழ்நிலைக்கான தகவமைப்புகள்:-

குளிர்ந்த சீதோஷ்ணம் நிலவும்போது விலங்குகளுக்கு அதிக ஆற்றல் தேவைப்படுவதால் அகவெப்ப உயிரிகள் அதிகம் உண்கின்றன. எனினும் உணவு எப்போதும் கிடைக்கும் என்பது உறுதியில்லை என்பதால் சிறு பாலூட்டிகள் சில குறிப்பிடத்தக்க தகவமைப்புகளை ஏற்படுத்திக் கொண்டுள்ளன. இவை 'தகவமைப்பு ஹைப்போதெர்மியா (Adaptive hypothermia)' என்று அழைக்கப்படுகிறது.

குளிர் உறக்கம் (Hibernation):-

குளிர் காலத்தின் சுற்றுச்சூழல் வெப்பநிலைக்கேற்ப விலங்குகளின் உடல் வெப்ப நிலை குறையும் செயல் குளிர் உறக்கம் எனப்படும். இது சிறு பாலூட்டிகளான கொறிப்பன (rodents), பூச்சியுண்ணிகள் (insectivores) மற்றும் வவ்வால்கள் போன்றவற்றில் காணப்படுகின்றது. குளிர் உறக்கத்தை மேற்கொள்ளும் விலங்குகளில் கீழ்க்கண்ட உடற்செயலியல் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன.

(a) விலங்குகளின் உள்ளக வெப்பமானது சுற்றுச்சூழல் வெப்பநிலையை விட 1 அல்லது 2 °C குறைகிறது.

(b) அடிப்படை வளர்சிதை மாற்ற வேகம் 5% வரை குறைகிறது.

(c) சுவாச விகிதம் குறைகிறது. சில சமயங்களில் நீண்ட நேரம் வரை சுவாசம் குறைவான அளவிலேயே இருக்கிறது.

(d) இதயத்துடிப்பு விகிதம் குறிப்பிடத்தக்க அளவில், நிமிடத்திற்கு 5–6 துடிப்புகள் வரை குறைகிறது. எனினும் இரத்த அழுத்தம் போதுமான அளவில் இருக்கின்றது.

(e) உடல் செயலற்ற நிலையில் அல்லது நீண்ட உறக்கத்தில் ஆழ்கிறது.

(f) அகவெப்ப உயிரிகள் மீண்டும் வெப்ப உற்பத்தி செய்து மறுபடியும் உடல் வெப்பத்தை உயர்த்தி உறக்கத்தில் இருந்து தாமாக வெளிவருகின்றன.

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள தகவமைப்புப் பண்புகள் பல்வேறு வரிசையைச் சேர்ந்த பல விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன. சிறு பறவைகள் மற்றும் பாலூட்டிகளை எடுத்துக்கொண்டால் அவை சுறுசுறுப்பாக இயங்கும்போது அவற்றின் உடல் வெப்பம் அதிகரித்துக் காணப்படுகிறது. செயலற்ற நிலையில் இருக்கும்போது அவற்றின் உடல் வெப்பம் குறைகிறது. இந்த விலங்குகள் வரம்புக்குட்பட்ட உணவுப்பழக்கங்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. பறவைகள் பகலில் மட்டும் உண்கின்றன. மேலும் சில பாலூட்டிகள் அன்றாட மசணைத்தன்மை (daily torpor) யைப் பெற்றிருக்கின்றன. இரவில் செயலற்று இருக்கின்றன. குறைந்த வெப்பநிலை நிலவும் பகுதிகளில் வாழும் சிறுபாலூட்டிகள் அன்றாட மசணைத் தன்மையுடைய பாலூட்டிகளுக்கு மாறாக, நீண்ட குளிர் உறக்கத்தை மேற்கொள்கின்றன.

குளிர் உறக்கத்தை மேற்கொள்வதற்கு முன் சில முன்னேற்பாடுகளை விலங்குகள் செய்து கொள்கின்றன. குளிர் உறக்கத்திற்கு முன் தம் உடலில் பெருமளவில் கொழுப்பைச் சேமித்துக் கொள்கின்றன. பின்னர் சிறிதுகாலம் மந்த நிலையில் இருந்தபின் நீண்ட உறக்கத்தை மேற்கொள்கின்றன.

குளிர் உறக்கத்திலிருந்து மீண்டு வருதல்:-

குளிர் உறக்கத்தை மேற்கொண்ட விலங்குகள் அதிலிருந்து மீண்டு வரச் சில மணி நேரங்கள் முதல் பல நாட்கள் வரை எடுத்துக்கொள்கின்றன. இக்காலக்கட்டத்தை வளர்சிதை மாற்றக் கழிவுகளை நீக்கவும், சில சமயங்களில் குளிர் உறக்கம் மேற்கொள்ளும் இடத்தில் ஏற்கனவே சேமித்துள்ள உணவை உண்ணவும் பயன்படுத்திக்கொள்கின்றன. உடல் நடுக்கத்தின் மூலமாகவும் நடுக்கமில்லா வகையிலும் வெப்ப உற்பத்தி செய்யப்படுவதால் ஆக்ஸிஜன் பயன்படுத்தப்பட்டு உடல் வெப்பம் உயர்த்தப்படுகிறது. இதனால் குளிர் உறக்கத்தை மேற்கொண்ட விலங்குகள் அதிலிருந்து மீண்டு வருகின்றன.

சூழ்நிலைத்தகைப்பு
(Environmental stress)

சூழ்நிலைகள் ஏற்படுத்தும் தகைப்புகள்

நாம் நம் அன்றாட வாழ்வில் எதிர்கொள்கின்ற அல்லது சந்திக்கின்ற சிறுசிறு உறுத்தல்கள் மற்றும் ஏமாற்றங்கள் அல்லது மனச்சோர்வு போன்றவை 'சுற்றுச்சூழல் தகைப்பு' எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக வேலைக்கு அல்லது நேர்முகத் தேர்வுக்குத் தாமதமாகச் செல்லுதல், தூறுமாறாக இறைந்து கிடக்கும் பொருட்களுக்கிடையே ஒரு வேலையைச் செய்து முடிக்க முயற்சித்தல், போக்குவரத்து நெருக்கடியில் சிக்கிக் கொள்ளுதல், ஏதாவது ஒன்றில் கவனம் செலுத்த முயலும்போது தடையேற்படுதல், வலி, வசதியில்லாத ஆசனத்தில் நாள் முழுதும் அமர்ந்திருத்தல் போன்றவை தகைப்பினை உருவாக்கும். இவற்றைத் தவிர நாம் சுவாசிக்கும் காற்றின் தரம், நாம் வேலை செய்யும் இடத்தின் ஒளி அமைப்பு மற்றும் ஒலியின் அளவு போன்றவையும் தகைப்பினை ஏற்படுத்தும்.

சூழ்நிலைத் தகைப்பு சிறியதாகத் தோன்றினாலும் மேற்குறிப்பிட்ட எரிச்சல்கள் தொடர்ந்து ஏற்பட்டால் நமது ஒட்டுமொத்த மகிழ்ச்சியில் குறை ஏற்படுவது மட்டுமின்றி நமது உடலில் சிறிதளவு தகைப்பு ஹார்மோன் உற்பத்தியாகி இரத்தத்துடன் கலக்கிறது. ஏற்கனவே சூழ்நிலைத்தகைப்பு இருக்கும்போது

மற்றொரு பெரிய தகைப்பு ஏற்பட்டால் அதனைக் கையாண்டு அதிலிருந்து மீள்வதைச் சூழ்நிலைத் தகைப்பு மிகவும் கடினமானதாக ஆக்கிவிடுகிறது. எனவே சூழ்நிலைத் தகைப்பை உணர்ந்து அதனைக் குறைக்கவும் தவிர்க்கவும் தேவையான முயற்சிகளை மேற்கொள்ளுதல் மிகவும் அவசியம்.

நாம் பெரும்பாலான நேரத்தைக் கழிக்கின்ற இடத்தில் காற்றோட்டம் இருக்குமாறு பார்த்துக் கொண்டால் மாசடைந்த காற்றைச் சுவாசிப்பதால் ஏற்படும் சூழ்நிலைத் தகைப்பைத் தவிர்க்கலாம். மேலும் சூழ்நிலைத் தகைப்பை ஏற்படுத்தும் மாசுபடுத்திகளைத் தடுக்க வடிகட்டிகளைப் பயன்படுத்தலாம். நம் வீடுகளில் பயன்படுத்தும் தரைவிரிப்புகள், மரத்தளவாடங்கள், பூஞ்சைகாளான், விலங்குகளின் உடலில் காணப்படும் நுண்பொடுகு (dander), ஒட்டும்பசை, வெப்பம், குளிர்சாதனங்கள் அதிகப்படியான ஈரப்பதம் மற்றும் வறட்சி மற்றும் படியாக்கிகள் (copier) கூட காற்றின் தரத்தை மாசுபடுத்தலாம். சுற்றுச்சூழலில் சிறு அளவில் இந்த நச்சுக்கள் இருந்தாலும் மக்கள் பாதிக்கப்படுகின்றனர். சில மனிதர்களுக்கு ஒவ்வாமை முதல் தலைவலி வரை பல்வேறு உடல்நலக் கோளாறுகள் ஏற்படுகின்றன. முடியும்போதெல்லாம் வீடு மற்றும் அலுவலகக் கதவுகளையும் ஜன்னல்களையும் அகலமாகத் திறந்து வைத்து இயற்கைக் காற்றோட்டத்தை அனுமதிக்க வேண்டும். மாசடைந்த நகரங்களில் உள்ள தரம் குறைந்த காற்றின் விளைவாகக் கவனம் குறைதல், தலைவலி, உடல்சோர்வு போன்றவை ஏற்படுவதால் சூழ்நிலைத் தகைப்பு ஏற்படுகிறது. கார்பன்டைஆக்ஸைடு மற்றும் நைட்ரஜன் ஆக்ஸைடு ஆகிய இரண்டு மாசுபடுத்திகளும் இவ்வகைத் தகைப்பிற்கு முக்கியக் காரணங்களாக அமைகின்றன.

ஒளி அமைப்பும் சூழ்நிலைத் தகைப்பிற்கான முக்கிய காரணிகளில் ஒன்றாகும். செயற்கை ஒளியில் பணியாற்றும் பலருக்கு அது சூழ்நிலைத் தகைப்பை ஏற்படுத்தும் என்பது தெரியவில்லை. முடிந்த அளவு இயற்கை ஒளியைப் பெறுதல் முக்கியமாகும். ஏனெனில் இயற்கை ஒளியானது நல்ல மனநிலையை உயர்த்தி உள்ளக உயிரியல் கடிகையை ஒழுங்குபடுத்தும். குளிர்காலத்தில் பலரும் உடல் எடை கூடுதல் மற்றும் அதிக மனச்சோர்வு போன்ற உணர்வு போன்றவற்றால் அவதியுறுகின்றனர். இதன் காரணம் பருவகால இயங்குவினைக்கோளாறு (Seasonal affective disorder – SAD) என்பதாகும். சூரியஒளிக்குறைவினால் இக்கோளாறு ஏற்படுகிறது. சூரிய ஒளிகுறையும் காலங்களில் நாம் ஊக்கம் குன்றி உணர்வதால் தகைப்பு ஏற்படுகிறது. எனவே அதிகமாக உண்ணத் தோன்றுவதன் விளைவாக உடல் எடை கூடுகிறது. முடிந்த அளவுக்கு ஜன்னலுக்கு அருகிலேயே

அமர்ந்து வேலை செய்வதால் அதிக இயற்கை ஒளியை நாம் பெறலாம். மேலும் இடைவேளையின் போது அறையிலேயே அடைந்துவிடாமல் சூரிய ஒளியைப்பெறும் வகையில் வெளியே நடமாடலாம்.

தகைப்பினை விலக்க ஊட்டச்சத்து அளிப்பது பலன்தரும். தகைப்பு ஏற்பட்டுள்ள காலங்களில் கூடுதல் ஊட்டச்சத்து அளிப்பதால் மன இறுக்கம், தவிப்பு, சிறுஅளவிலான பய உணர்வுகள் போன்றவற்றை விலக்கலாம்.

புகைபிடிப்பதாலும் சுற்றுச்சூழல் தகைப்பு ஏற்படுகின்றது. நம் இல்லத்திலோ அல்லது அலுவலகங்களிலோ புகைப்பிடித்தலை அனுமதிக்கக் கூடாது. குழந்தைகளின் நுரையீரல் திறன் குறைந்து இருப்பதால் சிகரெட் புகை குழந்தைகளை சுலபமாகத் தாக்கும்.

வறண்ட காற்றினால் ஏற்படும் தகைப்பினைக் குறைக்க ஈரமூட்டிகளையும் (humidifiers) தாவரங்களையும் பயன்படுத்தலாம். நாம் தாவரங்களுக்கு நீர்பாய்ச்சும்போது சிறிதளவு நீர் காற்றில் கலக்கிறது. தாவரங்கள் ஆக்ஸிஜனை உற்பத்தி செய்கின்றன. மேலும் அவை ஒளிச்சேர்க்கைக்காக கார்பன்–டை–ஆக்ஸைடைப் பயன்படுத்திக் கொள்வதால் காற்றில் உள்ள கார்பன்டைஆக்ஸைடின் அளவும் குறைக்கப்படுகிறது. ஈரப்பதம் அதிகரிப்பதால் ஏற்படும் தகைப்பினைத் தவிர்க்க ஈரமகற்றும் இயந்திரங்களைப் (dehumidifier) பயன்படுத்தலாம்.

நமது சுற்றுச்சூழல் ஒழுங்கற்று இருந்தால் சூழ்நிலைத் தகைப்பு ஏற்படும். நமது இடத்தைச் சுற்றிப்பார்த்து நமக்குத் தேவையில்லாத பொருட்கள் இருந்தால் அவற்றை அகற்றிவிடவேண்டும். ஒரு பொருளை அதிக விலை கொடுத்து நாம் வாங்கியிருக்கிறோம் என்றால் கூட அப்பொருள் முறையாக அமைக்கப்படாமல் ஒழுங்கற்றுச் சிதறிக்கிடக்கும் பொருட்களுக்கிடையே இருந்தால் அதனால் நமக்கு சந்தோஷம் ஏற்படுமா? அல்லது மன அமைதியைப்பெற முடியுமா? எனவே ஆண்டுக்கு ஒருமுறைகூடப் பயன்படுத்தாதப் பொருட்களை அப்புறப்படுத்திவிடலாம். இதனால் நமது சுற்றுப்புறத்தைச் சுத்தமாகவும் ஒழுங்காகவும் பராமரிக்கலாம்.

நிறங்களும் சுற்றுச்சூழல் தகைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. மக்களின் மனநிலை சில நிறங்களால் பாதிக்கப்படுகின்றன என்று ஆராய்ச்சி முடிவுகள் தெரிவிக்கின்றன. சிலர் சிவப்பு நிறத்தைக் கோபத்துடன் தொடர்புபடுத்தி அது கோபத்தையும் தகைப்பையும் தூண்டுவதாக நம்புகின்றனர். பச்சை மற்றும் நீல நிறங்கள் அமைதியை தூண்டுகின்றன.

தகைப்புகளின் வகைகள் : -

நான்கு வகைத் தகைப்புகள் உள்ளன. அவையாவன (1) நன்னிலைத் தகைப்பு (Eustress) (2) மிகைத் தகைப்பு (Hyperstress) (3) குறைத் தகைப்பு (Hypostress) (4) நெருக்கடித்தகைப்பு அல்லது துன்பத் தகைப்பு (Distress)

1) நன்னிலைத் தகைப்பு :- இது நன்மை செய்யும் தகைப்புகளில் ஒன்றாகும். இது நாம் உடலியல் விசையைப் (Physical Force) பயன்படுத்துவதற்குச் சற்று முன் ஏற்படும் அனுபவமாகும். நாம் ஏற்படுத்தும் விசையின் விளைவைத் தாங்க, தசைகள், இதயம் மற்றும் மனம் போன்றவற்றைத் தயார்செய்கிறது.

2) **துன்பத் தகைப்பு : -** (Distress) இது ஒரு வகை எதிர்மறைத் தகைப்பாகும். இது அன்றாடச் செயல்பாடுகள் மாறுபடுவதால் தொடர்ச்சியாகத் தம்மை விட்டுக் கொடுத்து சரிசெய்து கொண்டு போவதால் மனத்திலும் உடலிலும் ஏற்படுவதாகும்.

3) **மிகைத்தகைப்பு : -** (Hyperstress) இதுவும் ஒருவகை எதிர்மறைத் தகைப்பாகும். இது ஒரு மனிதனை அவனால் செய்ய முடியாத வேலையை அவனை வற்புறுத்திச் செய்யவைப்பதால் ஏற்படுவதாகும். மிகைத் தகைப்பிற்கு ஆளாகியுள்ள மனிதன் சிறு விஷயத்திற்குக் கூட பெரிய அளவில் உணர்ச்சி வசப்பட்டு உடைந்துவிடுவான்.

4) **குறைத்தகைப்பு-** (Hypostress) இது மிகைத் தகைப்பிற்கு நேர்மாறானது ஆகும். இதுஒருமனிதன் தொடர்ச்சியாகச் சலிப்படையும் போது ஏற்படுவதாகும். (எ.கா) பிடிக்காத வேலையைச் செய்தல். தகைப்பு சில சமயங்களில் (எ.கா நன்னிலைத் தகைப்பு போன்றவற்றில்) நன்மை செய்தாலும்,கட்டுப்பாட்டை மீறும்போது உணர்வுசார்ந்த மற்றும் உடல்சார்ந்த பிரச்சினைகள் ஏற்படும். தகைப்பை உருவாக்கும் பொருள் அல்லது செயலை ஒதுக்கிவிடுதலே தகைப்பை நீக்கச் சரியானவழிமுறையாகும். மேலும் நடத்தையியல் சிகிச்சை வழியாகவும் தகைப்பை நீக்கலாம்.

தகைப்பின் விளைவுகள் : -

பிறழ்ந்த சுற்றுச்சூழலுக்கு உடல்தரும் மறுவினையே தகைப்பாகும். தகைப்பின் விளைவுகளை நீண்டகால விளைவுகள் மற்றும்குறைந்தகால விளைவுகள் என இருவகையாக பிரிக்கலாம்.

தகைப்பின் குறைந்த கால விளைவுகள் : -

ஒருமனிதன் ஆபத்தினை எதிர்கொள்ளும் போது அவனது உடலானது அதனை எதிர்க்கவோ அல்லது தப்பிக்கவோ தயாராகிறது. இந்நிலையில் உடலில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் ஆபத்து நீடிக்கும் வரை நிலைத்திருக்கின்றன. ஆபத்து நீங்கியதும் உடல் பழைய நிலையை அடைகிறது. இந்த உடனடிச் செயல்பாடுகளில் குறைந்தகால விளைவுகள் எனப்படுகின்றன. குறை கால விளைவிற்குக் காரணமாக விளங்கும் சில உடற்செயலியல் விளைவுகள் கீழே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

1) முக்கியத்துவமில்லா உள்ளக உறுப்புகளில் இருந்து முக்கியத்துவம் உள்ள உறுப்புகளுக்கும் இரத்தம் பாய்தல்

2) இதயத் துடிப்பு விகிதம் மற்றும் இரத்த அழுத்தம் அதிகரித்தல்

3) சுவாச விகிதம் அதிகரித்தல்

4) கிளைக்கோஜன் சிதைந்து குளுக்கோஸ் அதிகரித்தல்.

மேற்குறிப்பிட்ட உடற் செயலியல் மாறுபாடுகளால் கீழ்க்கண்ட பாதிப்புகள் ஏற்படுகின்றன.

இதயப்பட படப்பு (Palpitation)

நெஞ்சுவலி

மூச்சுவிடுவதில் சிரமம்

வாய் உலர்ந்து பேசவும் விழுங்கவும் சிரமப்படுதல்

வயிற்று உபாதைகள் மற்றும் வயிற்றில் புண்ஏற்படுதல்

தலைவலி,உடல்வலி மற்றும் கழுத்துவலி

உடல்வலி,பசிகுறைதல்

நினைவாற்றல் குறைதல்

தூக்கமின்மை

மனச்சோர்வு மற்றும் ஆத்திரம்

நீண்டகால விளைவுகள் :–

தகைப்பு காரணி நீடித்தால் உடலில் தகைப்பு ஹார்மோன்கள் சுரக்கின்றன. தகைப்பு, ஹார்மோன்கள் இரத்தத்தில் இருப்பதால் ஏற்படும் பக்க விளைவுகளால் உடலுக்குக் கூடுதல் துன்பம் ஏற்படுகின்றது.இதனால் மீளமுடியாத உடற்செயலியல் பாதிப்புகள் ஏற்படுகின்றன. கீழ்க்கண்டவை அவற்றுள் சில

நீண்ட நாள்தலைவலி

மன நிலை தொய்வடைதல்

நினைவாற்றல் குழப்பங்கள்

மாரடைப்பு

பக்கவாதம்

எடையிழப்பு

ஆஸ்துமா மற்றும் தூக்கமின்மை

விலங்குகளின் நடத்தையியல்

பகுதி–II

விலங்குகளின் நடத்தையியல்

(Ethology or Animal Behaviour)

அத்தியாயம் –1

1. நடத்தையியல்

முன்னுரை:- (Introduction).

விலங்குகளின் நடத்தையியல் என்பது விலங்கியலின் அண்மைக்காலப் பிரிவுகளில் ஒன்றாகும். ஆரம்பத்தில் இப்பிரிவு விலங்கியலாளர்கள் அல்லாத பிற இயற்கை ஆர்வலர்களால் ஆராயப்பட்டது. கடந்த சில ஆண்டுகளாகத்தான் இது ஆராய்ச்சியாளர்களின் கவனத்தை ஈர்த்தது. அறிவியல் பூர்வமாகவும் உயிரியல் ரீதியாகவும் விலங்குகளின் நடத்தையைப் பற்றி ஆராய்தல் இப்பிரிவின் நோக்கமாகும். ஆங்கிலத்தில் 'Ethology' எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ள இப்பிரிவு Animal Behaviour எனப் பொதுவாக அழைக்கப்படுகிறது. கிரேக்கத்தில் Ethos என்னும் சொல்லுக்கு 'மரபு, வழக்காறு, பழக்கம் என்றும் logos என்னும் சொல்லுக்கு ஆராய்தல் அல்லது படிப்பு என்றும் பொருள் (Ethos – Habit, convention' !ogos – to study).

நடத்தையியல் என்னும் சொல் விலங்குகளில் "வெளிப்படையாக அறியக்கூடியவண்ணம் ஏற்படுகின்ற அனைத்து மாற்றங்களையும்" குறிக்கப் பயன்படுகின்றது. இம்மாற்றங்களால் விலங்குகளுக்கிடையே தொடர்புகள் ஏற்படுவது மட்டுமின்றி பிற விலங்குகளின்மீது நடத்தைப்பாங்கு (அ) சாயல்களையும் வெளியிட இயலும். முழு உடலையோ அல்லது உடலின் ஏதாவது சில பகுதிகளையோ கொண்டு செய்யப்படும் அசைவுச் சாயல்கள் (Movement patterns), முகக் குறிப்புகள் (Facial expressions), உடல் தோரணை (Body postures), ஒலி எழும்பும்திறன் (Vocalization) நிறமாற்றங்கள் மற்றும் உடலில் இருந்து மணம் வீசுதல் போன்ற அனைத்து இயல்புகளும் நடத்தையியலில் அடங்கும். எனினும் நடத்தையியலில் வெறும் அசைவுகள் மட்டும் அடங்குவதில்லை. தன்னை நோக்கி வரும் பூனையைக் காணும் புறாவின் உறைவு எதிர்வினை (Freeze

reaction), குறிப்பிட்ட பகுதியானது தன் எல்லை வரம்புக்குட்பட்ட இடம் என்பதைச் சுட்டும் விதமாக அசையாமல் நிற்கும் ஆண் மறிமான் (antelope), வேட்டையாடியுண்ணும் எதிரி விலங்கு தன்னைக் கடந்து செல்வதைக் காணும் இரை அசைவின்றி இருத்தல் ஆகிய செய்கைகளும் நடத்தையியலின் ஒரு பகுதியே.

நடத்தையியல் அண்மைக்காலத்தில் அறிமுகமான அறிவியல் பிரிவுதான் என்றாலும் சாதாரணமக்கள் பல வருடங்களாக அறிந்த ஒன்றுதான். ஒரு மனிதன் நடத்தல், பேசுதல் அல்லது தன்முகத்தில் உள்ள சிறு தசையின் நுண்ணிய அசைவின்மூலம் காட்டும் வெறுப்பு, சிரிப்பு, வெட்கம் போன்ற செய்கைகளால் அவனது மனப்பாங்கினைப் (Mood) பற்றி ஏராளமாகச் சொல்ல முடியும். வளர்ப்புப் பிராணிகளின் செய்கைகளைக்கொண்டு அவற்றின் மனநிலையை நாம் பிரித்தறியலாம். நம்மால் சினேகபாவத்துடன் உள்ள நாயையும் கோபத்துடன் உள்ள நாயையும் பிரித்து இனம் காணமுடியும். பசியுடன் அலையும் பூனையையும் இணைதேடி அலையும் பூனையையும் வேறுபடுத்திக் காண இயலும். விவசாயிகள் பண்ணை விலங்குகளைப் பற்றி நன்கறிவார்கள். பெரும்பாலானவர்களுக்கு விலங்கியலின் நடத்தையியல் குறித்த அறிவு இவ்வளவுதான். ஏனெனில் இதனைப்பற்றி விரிவாக அறிதல் என்பது மிக அதிக காலம் தேவைப்படுகின்ற அறிவியல் ஆய்வு ஆகும்.

விலங்குகளின் நடத்தையியலை நாம் அறிந்துகொள்ள வேண்டியதின் அவசியங்கள்:-

பெரும்பாலான மனிதர்கள் அவர்கள் எங்கே வாழ்ந்தாலும் எந்தத் தொழிலை மேற்கொண்டிருந்தாலும் விலங்குகளுடன் ஏதாவதொரு வகையில் தொடர்பு கொண்டிருப்பார்கள். ஒரு வேடனுக்கு அவன் வேட்டையாடும் விலங்கின் வழிமுறைகள் தெரிந்திருக்க வேண்டும். ஒரு விவசாயி தன் பண்ணையில் உள்ள விலங்குகளின் பழக்க வழக்கங்களைப்பற்றி அறிந்திருக்க வேண்டும். விலங்குகளின் நடத்தையியல் அறிந்த பின்னர்தான் கால்நடை வளர்த்தல், பறவைகள் வளர்த்தல், பன்றி வளர்த்தல், மீன் வளர்த்தல், தேனீ வளர்த்தல் மற்றும் பட்டுப்பூச்சி வளர்த்தல் போன்றவை மக்களுக்குப் பயன்படும் வகையில் தொழில்களாக வளர்ச்சியடைந்தன. பயிர்களை நாசம் செய்யும் பூச்சியினங்கள் மற்றும் கொறிப்பன (Rodents) போன்ற விலங்குகளின் நடத்தையை அறிந்த பின்னரே அவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் திறன் மனிதனுக்கு உண்டானது. நவீன நகரங்களில் வாழும் மக்கள்கூட, கரப்பான்களையும் கரையான்களையும் விலக்கவும் நாய், பூனை மற்றும் பறவைகள் போன்றவற்றை பொழுது போக்கிற்காக வளர்க்கவும்

விரும்புகிறார்கள். மேலும், வளர்ப்பு மிருகங்களை நலத்துடன் வளர்க்க அவற்றின் நடத்தையியல் புரிந்திருக்க வேண்டும். அத்துடன் மனிதர்கள் தம் வாழ்க்கையைச் சக உயிரிகளுடன் பகிர்ந்து வாழவேண்டும். இதற்கு விலங்குகளின் நடத்தையைப் புரிந்துகொண்டால் மட்டுமே சாத்தியமாகும். இதன் மூலம் விலங்குகளைப் பாதுகாத்து எதிர்காலச் சந்ததியினருக்கு அளிக்க முடியும். இம்முயற்சியினால் ஏற்கெனவே "சுற்றுச்சூழல் நெருக்கடி யுகத்தில் (Era of environmental crisis) நுழைந்துவிட்ட பூமியைக் காப்பாற்றி சுற்றுச்சூழல் சமநிலையைப் பேண இயலும்.

விலங்குகளின் நடத்தைக்கான காரணங்களும் முக்கியத்துவமும்:-

உலகின் எந்தப் பகுதியாக இருந்தாலும் அப்பகுதி எல்லாக் காலங்களிலும் உயிரிகள் வாழ உகந்ததாக இருப்பதில்லை. எனினும் விலங்குகள் தாம் வாழ்கின்ற இடத்தின் சூழ்நிலைக்கேற்பத் தம்மைத் தகவமைத்துக் கொண்டுவிடுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, பாக்டீரியா போன்ற நுண்ணுயிர்கள் ஒரு வளர்ப்பு ஊடகத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள அமிலத்துளிக்குள் நுழைவதில்லை. அப்பகுதியைவிட்டு அவை விலகிச் செல்கின்றன. அமீபாவின் புறப்பகுதி முழுவதும் உணரும் திறன் (Sensitive) கொண்டதாக இருப்பதால் நேர்மறை மற்றும் எதிர்மறைத் தூண்டல்களுக்கு ஏற்றவாறு செயல்படுகின்றன.

ஒரு உயிரினம் தொடர்ந்து உயிர்வாழ நடத்தையியல் மிகவும் முக்கியமானது. ஒரு செல் உயிரிகளான புரோட்டோசோவாக்களில் இருந்து உயர் அறிவுத்திறன் கொண்ட பிரைமேட்டுகள் வரையிலும் நடத்தையியலைக் காணலாம். முண்திமில் மீன் (Stickle back) என்னும் சிறிய மீன் இனத்தைச் சேர்ந்த ஆண்மீன்கள் ஆற்றங்கரையோரங்களில் புற்கள் மற்றும் செடிகளால் ஒரு குழல் வடிவக் கூட்டினைக் கட்டி அதனுள் பெண்மீன்களை முட்டையிடச் செய்து முட்டைகளின்மேல் விந்துக்களை இடுவதை வழக்கமாகக் கொண்டுள்ளன. பின்னர் அம்முட்டைகளுக்குக் காவல் இருந்து அவ்வப்போது தம் மார்புத்துடுப்புகளால் விசிறிவிடுகின்றன. இதன் மூலம் இம்மீன்கள் முட்டைகளை நோக்கி நீரைச் செலுத்தி போதுமான அளவு புதிய ஆக்ஸிஜன் கிடைக்கும்படிச் செய்கின்றன. முட்டைகள் வளர வளர ஆக்ஸிஜன் தேவை அதிகரிப்பதால் விசிறுதலின் வேகமும் அதிகரிக்கின்றது. மேலும் கூட்டின் கூரையில் கூடுதலாகப் பல துளைகளை ஏற்படுத்திக் காற்றோட்டத்தை அதிகப்படுத்துகின்றன. கூட்டிலிருந்து ஆண்மீன்களை அகற்றிவிட்டால் முட்டைகள் இறந்துவிடுகின்றன. ஒரு உயிரி உயிர்வாழ இதுபோன்ற நடத்தைகள் அவசியம் என்பதை உணர இது ஓர் எளிய எடுத்துக்காட்டாகும். உண்மையில், விலங்குகள் "ஆபத்தில் இருந்து தப்பிக்க

முயற்சிக்கின்றன; ஆதாரவளங்களுக்காகச் சண்டையிடுகின்றன; குட்டிகளைப் பேணுகின்றன; குஞ்சுகளுக்கு ஊட்டுகின்றன. தன் இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளுக்கு (Conspecifics) உதவுகின்றன; சந்ததியை உருவாக்க இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன". இவை அனைத்தும் இன உயிர்வாழ்தலுக்கான (Species survival) முக்கிய நடத்தை வகைகள் ஆகும். எனினும் விலங்குகள் ஏன் இடம் பெயர்கின்றன? தம் வழியை அவை எவ்வாறு கண்டுபிடிக்கன்றன? தேனீக்கள் சில பூக்களை மட்டும் ஏன் அதிகம் மொய்க்கின்றன? விலங்குகள் பிற விலங்குகளுக்காக உயிர்த்தியாகம் செய்வதுண்டா? போன்ற நடத்தையியல் தொடர்பான கேள்விகள் விடை தெரியாத நிலையிலேயே உள்ளன.

நடத்தையியலின் வரையறை:-

நடத்தையியல் பலரால் கீழ்க்கண்டவாறு பல்வேறு விதமாக வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

1. நடத்தையியல் என்பது விலங்குகளில் வெளிப்படையாகக் காணவும் அளவிடக் கூடியதாகவும் நடைபெறும் நிகழ்வுகள் ஆகும்.

2. ஒரு விலங்கின் முழுமையான இயக்கங்கள், ஒலி எழுப்புதல், உடல் தோரணை ஆகியவையும் உடல் நிறம் மாறுதல் போன்ற புறத்தோற்ற மாற்றங்களும், எதிர்ப்பாலினத்துடன் தொடர்பு ஏற்படுத்தித்தரக்கூடிய வாசனைப் பொருட்கள் சுரத்தலும் அதன்மூலம் இணைவிலங்கானது பிற நடத்தைகளை வெளிப்படுத்துதலும் ஒரு விலங்கின் நடத்தையியல் எனப்படும்.

3. ஓர் உயிரி ஏதாவதொரு முறையில் தூண்டப்படும்போது காட்டும் மறுவினையானது (response) நடத்தையியல் எனப்படும்.

4. ஒரு விலங்கு தன் புறச்சூழலை உணர்ந்து அச்சூழலுக்கு ஏற்ப தன்னைத் தகவமைத்துக்கொள்ளும் செயல்கள் நடத்தையியல் எனப்படும்.

5. சில வெளிப்புறத் தூண்டுதல்களால் ஒரு விலங்கின் உடல் முழுமையாக இயங்குதல் அல்லது ஒரு விலங்கின் செயலியக்க உறுப்புகளான (Effector organs) தசைகள் போன்றவை செயல்படுதல் நடத்தை எனப்படும்.

6. விலங்குகளின் உடல் உறுப்புகள் செயல்படும்போது ஏற்படும் கூட்டுவிளைவே நடத்தையாகும்.

7. ஒரு விலங்கின் அனைத்துச் செயலியக்கங்கள், சைகைகள் (Gesture) தோரணை (Posture), நிறமாற்றம் மற்றும் குரலெழுப்புதல் போன்றவை நடத்தையியலில் அடங்கும்.

மேற்குறிப்பிட்ட வரையறைகளில் இருந்து நடத்தையியல் என்பது கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

"ஒரு விலங்கின் நரம்பு மண்டலம், நாளமில்லாச் சுரப்பி மண்டலம் மற்றும் தசைமண்டலம் ஆகியவை ஒருங்கிணைந்து செயல்படுவதால் நடைபெறும் உறைவு எதிர்வினை (freeze reaction), அசையாமல் நிற்பது (Standing motionless) உள்ளிட்ட செயல்கள், உடற்தோரணை (Body posture), வானத்தில் பறவைகளின் திசையமைவு, உணர்ச்சிகள் (emotions), சைகைகள் (gestures) ஒலிஎழுப்புதல், மணம் தரும் பொருட்களின் உற்பத்தி, நிறமாற்றம், மயிர்க்கூச்செறிதல் (pilo erection) போன்ற வெளிப்படையாகக் காணக்கூடிய மாற்றங்கள் முழுவதையும் பற்றிய அறிவியல் நடத்தையியல் எனப்படும்"

நடத்தையியலின் பிரிவுகள்.

1. சூழ்நிலை நடத்தையியல் **(Ecoethology)**:- இது நடத்தையியலின் புதிய பிரிவாகும். இதில் ஒரு சிற்றினத்திற்கும் அது வாழும் சூழ்நிலையில் உள்ள பிற உயிருள்ள மற்றும் உயிரற்ற ஆக்கக் கூறுகளுக்கும் இடையே உள்ள உறவைப்பற்றி அறிவதாகும்.

2. உடற்செயலியல் நடத்தையியல் **Physiological ethology (or) Behavioural physiology** :- நடத்தையின் அடிப்படை உடற்செயலியல் நிகழ்ச்சிகளைப்பற்றி ஆராய்தல் உடற்செயலியல் நடத்தையியல் ஆகும். இதில் இரண்டு பிரிவுகள் உள்ளன.

(அ) நரம்பியல் நடத்தையியல் (Neuroethology) :-

இது மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் கீழ் செயல்படும் ஒரு நடத்தையின் உணர்வுரீதியான செயல்களைப்பற்றி ஆராய்தல் ஆகும்.

(ஆ) நாளமில்லாச் சுரப்பி நடத்தையியல் (Ethoendocrinology):-

இது ஹார்மோன்களுக்கும் நடத்தைக்கும் இடையே உள்ள தொடர்புகள் குறித்த ஆராய்ச்சி ஆகும்.

3. மரபியல் நடத்தையியல் (Behavioural Genetics):-

இது ஒன்று அல்லது பல ஜீன்களின் மரபுவழிக் கருத்துக்களைப் பயன்படுத்தி ஒரு நடத்தையின் மரபியல் அடிப்படையை ஆராய்தல் ஆகும்.

4. கருவியல் நடத்தையியல் (Behavioural Embryology):- இது பிறப்புக்கு முந்தைய வளர்ச்சிநிலையின் நடத்தை அமைப்பு குறித்து ஆராய்தல் ஆகும்.

5. மனிதனின் நடத்தையியல் (Human Ethology) :- இது அண்மைக்காலத்தில் பிரபலமடைந்த பிரிவாகும். இதில் நடத்தை வழிமுறைகளைக் கொண்டு மனிதனின் நடத்தையியல் ஆராயப்படுகிறது.

மாறாத் தன்மையுடைய நடத்தை மற்றும் பெறப்பட்ட நடத்தை
Stereotyped and Acquired behaviour.

நடத்தையியல் இரண்டு வகைப்படும்.

1. குழு நடத்தையியல்:- இது ஒரு குழு அல்லது இனத்தின் நடத்தையியல் பற்றியதாகும். குழு நடத்தையியல் இரண்டு வகைப்படும் (அ) ஒரே மாதிரியான நடத்தை–ஸ்டீரியோடைப் (stereotype behaviour) (ஆ) பெறப்பட்ட நடத்தை (Acquired behaviour).

2. தனிஉயிரி நடத்தையியல்:- இது தனி உயிரிகளின் நடத்தைகளை பற்றியதாகும்.

ஸ்டீரியோடைப் நடத்தையியல்

ஒரு உயிரியானது ஒரே வகையான நடத்தையினை திரும்ப திரும்ப செய்யும்போது அந்நடத்தை ஸ்டீரியோடைப் நடத்தை எனப்படும்.

ஸ்டீரியோடைப் நடத்தையில் இயக்கங்களின் பாங்கம் (அ) சாயல் (அ) நிலையான செயல் பாங்கு (Fixed action pattern) FAP.

ஸ்டீரியோடைப் நடத்தையியலில் மிகவும் சிக்கலான இயக்கப்பாங்குகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் விலங்கானது மற்ற செயல்பாங்குகளைத் தவிர்த்து மீண்டும் மீண்டும் ஒரே வகையான நடத்தையியலை மேற்கொள்கின்றன. எனவே ஸ்டீரியோடைப் நடத்தையானது நிலையான செயல்பாங்கு (fixed action pattern) அல்லது சுருக்கமாக FAP என்று அழைக்கப்படுகிறது. FAP முதலில் K. லோரென்ஸ்

(K. Lorenz) என்பவரால் விளக்கப்பட்டது. அவர் "FAP யானது உள்ளார்ந்த மற்றும் மாற்றமில்லா நடத்தைகள்" (innate and invariant) என கூறியுள்ளார். அதாவது இவ்வகை நடத்தைகள் உள்ளார்ந்தவை என்பதால் உயிரிகளுக்கிடையே இச்செய்கைகளில் வேறுபாடுகள் காணப்படுவதில்லை.

இயல்பூக்க நடத்தை (FAP or Instinctive behaviour):-

ஒரு விலங்கு தனிமையில் வளர்க்கப்பட்டிருந்தாலும் அது முன்பு பார்த்திராத தன் இனத்திலிருந்து கற்றிராத ஒரு நடத்தையை தாமாக வெளிப்படுத்துதல் FAP எனப்படும். ஒரு குளவியானது கம்பளிப்புழுக்களை தம் இளங்குளவிகளுக்கு ஊட்டுவதும், கருவுற்றிருக்கும் சுண்டெலி கூடுகட்டுவதும் தம் இனத்திலிருந்து ஏற்கனவே கற்றுக்கொண்ட நடத்தை அல்ல. ஒரு இனம் முழுவதிலும் காணப்படும் இந்நடத்தையானது முன் அனுபவத்தாலோ அல்லது கற்றுக்கொண்டதாலோ வந்தவை அல்ல. இது விலங்குகளில் இயற்கையாகவே காணப்படும் நடத்தையாகும். எனவே இந்த செயல்கள் நிலையான நடத்தை பாங்கு (fixed action pattern) எனப்படும். இவை நிறைவேற்றச்செயல்கள் (Consummatory action), உள்ளியல்பு நடத்தை (innate), இயல்பூக்க நடத்தை (instinctive), உட்பிறந்த நடத்தை (inborn) மற்றும் உள்ளார்ந்த நடத்தை (inherant behaviour) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு விலங்கின் நடத்தையும் அதன் சுற்றுச்சூழலுக்கு தேவையான தகவமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. இவ்வாறு ஒரு விலங்கு தன்னைத் தகவமைத்துக் கொள்ளவேண்டிய செய்தியானது அவ்விலங்கிற்கு இரண்டு வழிகளில் வந்திருக்க வேண்டும். முதலாவதாக ஜீன்களின் மூலமாக ஒரு தலைமுறையிலிருந்து மற்றொரு தலைமுறைக்கு கடத்தப்படுகிறது. இரண்டாவதாக அச்செய்தியை ஒரு விலங்கு முயன்று பெறுகிறது. ஒரு நடத்தையை ஒரு விலங்கினம் பெற்றிருந்தால் அது உள்ளார்ந்த நடத்தை எனவும், ஒரு தனி விலங்கு ஒரு நடத்தையை முயன்று பெற்றிருந்தால் அது தேட்ட நடத்தை (Acquired behaviour) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. ஜீன்களின் மூலமாக கடத்தப்படும் நடத்தையியல் வகைகள் நடத்தையியலில் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் பங்கு என்னும் அத்தியாயத்தில் விரிவாக தரப்பட்டுள்ளது. பல விலங்குகளில் காணப்படும் – காதலாட்ட வெளிப்பாடுகள் (Courtship behaviour), கலவி, உணவூட்ட பாங்கு, கூடு கட்டுதல், பெற்றோர் பேணல், ஒலி எழுப்புதல், திமிங்கிலங்கள், பறவைகள் மற்றும் சுவர்க்கோழிகள் ஒலி எழுப்புதல், பறவைகளும், பூச்சிகளும் சிறகுகளை சுத்தம் செய்து கொள்ளுதல், தன் ஆட்சிஎல்லைப்பகுதி

(territoriality) மற்றும் வன்னடத்தை (aggression), சிலந்தி வலைப் பின்னுதல், தூக்கணாங்குருவி கூடு கட்டுதல் ஆகிய அனைத்தும் ஜீன்களின் மூலமாக நடத்தப்படும் நடத்தையியலில் சேரும். இயல்பூக்க நடத்தைக்கு மிகச்சரியான எடுத்துக்காட்டு நடனம் ஆடும் மயில் ஆகும். மயில்கள் தன் இனத்தைச் சேர்ந்த மற்ற மயில்கள் ஆடுவதைக் கண்டு நடனம் கற்றுக் கொள்வதில்லை. இனப்பெருக்கக் காலங்களில் பெண்மயிலைக் காணும் ஆண் மயில் தானாக ஆடத் தொடங்குகிறது. இதைப்போல தூக்கணாங்குருவி மற்றும் தேனீ ஆகியவை கூடு கட்டக் கற்றுக் கொண்டு பிறகு கூடுகட்டத் தொடங்குவதில்லை. தையற்குருவிகள் (Weaver bird) இரண்டு இலைகளை ஒன்றாக இணைத்து வளையும் தன்மை கொண்ட நீண்ட புற்களால் தைத்து, அதில் மென்மையான புற்களைக் கொண்டு மெத்தை செய்து அதன்மேல் முட்டையிடுகின்றன. மற்ற தையற்குருவிகள் கூடுகட்டுவதைக் காணும் சந்தப்பத்தை தராமல் இக்குருவிகளைத் தனிமைப் படுத்தி வைத்திருந்தாலும் தையற்குருவிகள் தாமாக அழகிய கூடுகளைக் கட்டுகின்றன. இக்குருவிகள் இந்நடத்தையை ஜீன்களில் இருந்து பெற்றிருக்கின்றன. மனிதர்களிலும் தவழ்தல், சிரித்தல் மற்றும் அழுகை ஆகியவை கற்றுக்கொண்டு வருவதில்லை. இவை அனைத்தும் இயல்பூக்க நடத்தை மற்றும் நிலையான நடத்தைப் பாங்கிற்கு எடுத்துக் காட்டுகள் ஆகும்.

இயல்பூக்க நடத்தைக்கும் கற்றல் நடத்தைக்கும் (learned behaviour) உள்ள வேறுபாடுகளை அறியப் பல பரிசோதனைகள் நடத்தப்பட்டன. சில விலங்குகள் மிக இளம் பருவத்திலேயே தனிமைப் படுத்தி வளர்க்கப்பட்டன. அவை முதிர்ச்சி அடைந்த போது அவை வெளிப்படுத்திய நடத்தைகள் சாதாரணமாக வளர்க்கப்பட்ட மற்ற விலங்குகளின் நடத்தையுடன் ஒப்பு நோக்கப் பட்டன. தனித்து வளர்க்கப்பட்டாலும் கூட சில பறவைகள் மற்றும் மீன்கள் உணவூட்டம், பால் நடத்தை, வன்னடத்தை போன்ற நடத்தையியல் செயல்பாடுகளில் சாதாரணமாக வளர்க்கப்பட்ட விலங்குகளைப் போல் செயல்பட்டன. எ.கா. சில அணில்களைத் தனிமைப்படுத்தி அவை விரும்பி உண்ணும் கொட்டைகளைத்தராமல் வளர்க்கப்பட்டன. பின்னர் அணில்களுக்குக் கொட்டைகள் அளித்த போது பிற அணில்களைப்போல அவற்றை உண்டது மட்டுமல்லாமல் மீதி உள்ள கொட்டைகளைத் தரையில் புதைத்து வைக்கவும் முயன்றன. ஆகவே அணிலின் இந்த நடத்தை நிலையான நடத்தைப் பாங்கு (FAP) என்பது உறுதியாகின்றது. ஆராய்ச்சி நோக்கத்திற்காக தனிமைப்படுத்தி வளர்க்கப்படும் விலங்குகள் 'கஸ்பார் ஹாசர்கள்' (Kaspar Hausers) என்றழைக்கப்படுகின்றன.

இயல்பூக்க நடத்தையின் பண்பியல்புகள்:-

I. மாறாத்தன்மை அல்லது ஸ்டீரியோடைப்

இயல்பூக்க நடத்தைகள் மரபுவழியாக ஒரு தலைமுறையில் இருந்து அடுத்த தலைமுறைக்குக் கடத்தப்படுகிறது. இந்த நடத்தைகள் அனைத்தும் ஒரு சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த அனைத்து உயிரிகளிலும் ஒரே மாதிரியாகக் காணப்படும். மேலும் வெளிப்புறத் தூண்டுதல்களால் அவை மாறுவதில்லை. FAP க்கு சரியான எடுத்துக்காட்டு சாம்பல்நிற வாத்து முட்டைகளை உருட்டுதல் (egg rolling) ஆகும். இவ்வாத்துகள் ஆழமில்லாத கூட்டைத் தரையில் கட்டுகின்றன. கூட்டிலிருந்து வெளியே உருளும் முட்டைகளை மீண்டும் கூட்டுக்குள் கொண்டுவர இவ்வினத்தைச் சேர்ந்த வாத்துகள் அனைத்தும் மாறத்தன்மைநடத்தையியலைப் (ஸ்டீரியோடைப்) பயன்படுத்துகின்றன.

II. இனவளர்ச்சி மாற்றத்தை எதிர்த்தல்: (Resistance to phylogenetic changes)-

FAP யானது சிற்றினங்களின் பரிணாமத்தில் மாற்றத்தை ஏற்றுக்கொள்ளாத தன்மைகொண்டது. FAP யானது ஒரு சிற்றினத்தில் தோன்றிய பிறகு பரிணாமத்தால் உருவாகும் இனவளர்ச்சி மாற்றங்களைத் (Phylogenetic changes) தடுக்கின்றது.

(எ.கா) நீளவால் குரங்கு ஒரு மரக்கிளையில் தாவி ஓடும்போது தன் வாலை இரண்டு பக்கமும் அசைத்து உடலின் சமநிலை மாறாமல் பார்த்துக் கொள்கிறது. இது FAP பண்பாகும். ஆனால் குட்டைவால் குரங்கு தன்வாலைச் சமநிலை உறுப்பாகப் பயன்படுத்தாவிட்டாலும் கூட நீளவால் குரங்கைப்போல தன் வாலை அசைக்கும் பண்பைப் பெற்றுள்ளது. ஒருவேளை குட்டைவால் குரங்குகள் நீளவால் குரங்கில் இருந்து பரிணாம வளர்ச்சி பெற்றிருக்கலாம் என்பதால் புறத்தோற்ற உறுப்பான வாலின் நீளம் குறைந்து விட்டாலும் கூட ஒரு முறை தோன்றி வெளிப்பட்டுவிட்டதால் அப்பண்பு மாறாமல் குட்டைவால் குரங்கில் நிலைத்து விட்டது.

(iii) FAP வெளிப்படத் தூண்டல் குறி தேவை (need sign stimuli for release) :-

இயல்பூக்க நடத்தைகள் தூண்டல் குறிகள் (sign stimuli) என்னும் பிரத்தியேகத் தூண்டுதல்களால் (Specific stimuli) வெளிக் கொணரப்படுகின்றன.

உள்ளார்ந்த நடத்தைகள் இரண்டு ஆக்கக் கூறுகளால் ஆனவை. முதலாவது மாறாத் தன்மை நடத்தை (அதாவது நிறைவேற்றச் செயல்கள்) இரண்டாவது வேட்கை நடத்தை (appetitive) அல்லது தேடல் நடத்தை (Searching behaviour). மாறாத்தன்மை நடத்தைகள் பெரும்பாலும் வேட்கை நடத்தைகளால் தொடங்குகின்றன. இயல்பூக்க நடத்தைகள் மாற்றமில்லாத் (invariable) தன்மையுடையவையாகும். ஆனால் வேட்கை நடத்தைகள் மாறக்கூடிய (variable) தன்மையுடையவையாகும். எ.கா. ஒரு விலங்கு இரையைத் தேடுதல் வேட்கை நடத்தையாகும். இரையை உண்ணுதல் இயல்பூக்க நடத்தையாகும். அதாவது வேட்கை நடத்தையானது இரையைக் கண்டதும் நிறுத்தப்பட்டு FAP (ஸ்டீரியோடைப் உண்ணல்) தொடங்குகிறது.

ஒரு இனம் தொடர்ந்து உயிர்வாழ அவற்றின் நடத்தைகள் அடுத்த தலைமுறைக்கு ஜீன்கள் மூலம் கடத்தப்படுவது மிகவும் முக்கியமாகும். முதலாவதாக ஒரு உயிரியின் வாழ்வில் உணவூட்டம், குடித்தல், இனப்பெருக்கம் போன்ற அத்தியவசியச் செயல்பாடுகள் ஜீன்கள் மூலம் கடத்தப்பட்டால் நேரமும் ஆற்றலும் வீணாகுதல் தடுக்கப்படுகிறது. இரண்டாவதாக சில உயிரினங்களின் வாழ்நாள் குறைவாக இருப்பதால் அவற்றிற்குத் தம் இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்குகளிடமிருந்து கற்றுக்கொள்ளப் போதுமான நேரமோ, சந்தர்ப்பமோ இருப்பதில்லை. இவ்விலங்குகளின் வாழ்க்கை ஜீன்களைச் சார்ந்தே இருக்கின்றன.

அத்தியாயம் – 2

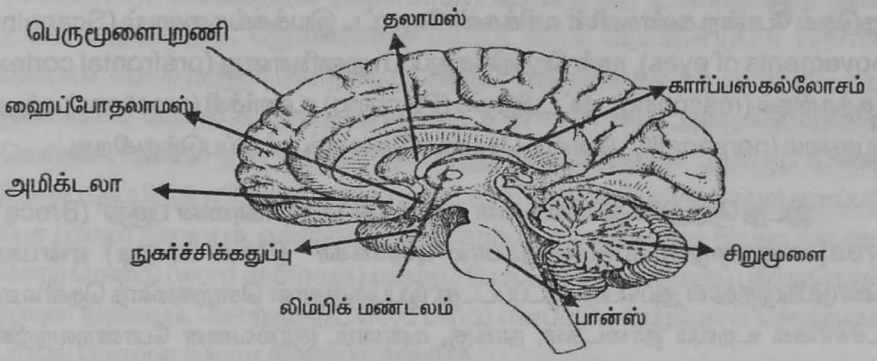
நடத்தையியலில் நரம்பு மண்டலத்தின் பங்கு

அனைத்து உயிரிகளும் சூழ்நிலைகளில் இருந்து பெறுகின்ற தூண்டல்களுக்கு ஏற்ப செயல்படுகின்றன. ஒரு உயிரி பெறுகின்ற செய்தியானது நரம்புமண்டலத்தின் மூலம் ஒருங்கிணைக்கப்பட்டபின் அவ்வுயிரி அதற்கேற்றபடி செயல்பட்டு தன்னை நிலை நிறுத்திக் கொள்கிறது. அதாவது ஒரு விலங்கின் அனைத்து செயல்பாடுகளும் மூளை மற்றும் தண்டுவடத்தில் உள்ள நியூரான்களின் கட்டுப்பாட்டில் உள்ளது.

நடத்தையியலில் மூளையின் பங்கு:-

"மனிதமூளை என்பது ஒன்றல்ல. பரிணாமத்தின்போது 3 மூளைகள் ஒன்றாகச்சேர்க்கப்பட்டு மனித மூளை உருவானது" என்று நரம்பியல் விஞ்ஞானியான பால் மக் லீன் (Paul Mac Lean) கூறுகிறார். முதலாவது ஊர்வனவற்றின் மூளை (Reptilian brain). இது சுவாசம், இதயத்துடிப்பு, தசை இயக்கங்கள், உண்ணல், குடித்தல், கலவி, தாய்மை நடத்தை, தாக்குதல் போன்ற அடிப்படை உயிரியல் வேலைகளை ஒழுங்குபடுத்துகிறது. இரண்டாவது லிம்பிக் சிஸ்டம் (limbic system) இது சுருண்டுகொள்ளுதல் (Snarl), கிறிச்சிடும் ஒலிஎழுப்புதல் (Shriek), உறுமுதல் (Growl), பயம், வாலாட்டுதல் (Wag tail), அமைதியாக்குதல் (Appeasement) போன்ற உணர்ச்சி தொடர்பான செயல்பாடுகளைக் கட்டுப்படுத்திச் சமநிலையை பேணுகிறது. இவை பாலூட்டிகளுடன் தொடர்புடைய ஆனால் ஊர்வனவற்றில் அதிகம் காணப்படாத செய்கைகள் ஆகும். மூன்றாவதாக மூளையில் உள்ள பெருமூளைபுறணி (Cerebral cortex). இது பேச்சுத்திறன், எழுத்து, மொழி, காட்சியறிவு (observation), பகுப்பாய்வு (Analyse), திட்டமிடுதல் மற்றும் எதிர்காலத்தில் நடக்கப்போவதைக் கற்பனை செய்தல் போன்ற செய்கைகளை ஒழுங்குபடுத்துகிறது. இவை மனிதனில் மட்டுமே காணப்படுவதாகும். இம்மூன்று மூளைகளும் ஒன்று சேர்ந்த தன்னிகரில்லா அமைப்பே மனித மூளை ஆகும்.

மூளையின் பல்வேறு பகுதிகளும் அவற்றின் நடத்தையியல் செயல்பாடுகளும்:-



மூளையின் குறுக்கு வெட்டு தோற்றம்

பெருமூளைப்புறணி (Cerebral cortex):- மூளையின் முக்கியமான பகுதியாகிய பெருமூளைப்புறணியில் சிந்தனை, (thought) நினைவாற்றல் (Memory) மற்றும் கற்றல் (Learning) ஆகியவை ஒழுங்குபடுத்தப்படுகிறது. பெருமூளைப்புறணியில் இயக்குபுறணி (Motor cortex), உணர்வுப்புறணி (Sensory cortex), மற்றும் இயைபுப்புறணி (Association cortex) ஆகிய பகுதிகள் உள்ளன. சிறகுகள் அடித்துக்கொள்வதைக் கேட்கும் ஒரு நபர் கண்களைத்திருப்பிச் சுற்று முற்றும் தேடி அழகான பறவையைக் கண்டதும் இயைபுபுறணியானது நீங்கள் கேட்டதையும் பார்த்ததையும் இணைத்து அது ஒரு சிட்டுக்குருவி அல்லது கிளி என்னும் செய்தியை உணரவைக்கிறது. இதைப்போல் பல செய்திகள் பெருமூளைப் புறணியில் இணைக்கப்படுகின்றன.

பெருமூளையின் இயைபுப் பகுதிகள் (Association areas) பெருமூளையின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் பரவியுள்ளன. இப்பகுதிகள் நினைவாற்றல், உணர்ச்சி, விருப்பம், முடிவெடுத்தல், ஆளுமைப் பண்புகள் (personality trait) மற்றும் நுண்ணறிவு (intelligence) போன்றவற்றுடன் தொடர்புடையவை.

பெருமூளையின் ஒரு பகுதியான நெற்றிக்கதுப்பின் (Frontal lobe) முன் இயக்கப்பகுதி (Premotor area) தசை இயக்கத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட வாத்தியங்கள் வாசித்தல், நடனமாடுதல் போன்ற கற்று வளர்த்து கொண்ட திறமை (learning skilled movements) களை ஒருங்கிணைத்து வெளிப்படுத்துகிறது.

மற்றொரு பகுதியான "முதன்மை இயக்கப்புறணி" (Primary motor cortex) அனைத்துத் தசைகளின் பொதுவான இயக்கங்களை ஒருங்கிணைக்கிறது. நெற்றிக்கதுப்பில் உள்ள கண்புலப் பகுதியானது (eye field area), பறந்து கொண்டிருக்கும் பறவையைப் பார்வையால் தொடர்தல், ஒரு சொல்லை அகராதியில் தேடுதல் போன்ற கண்களின் வரிக்கண்ணோட்ட இயக்கங்களையும் (Scanning movements of eyes), முன் நெற்றிக்கதுப்புப் புறணியானது (prefrontal cortex) பகுத்தறிதல் (reasoning), திட்டமிடுதல் (Planning) உணர்ச்சி (emotions) மற்றும் ஆளுமை (personality) போன்ற செயல்பாடுகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

இடது நெற்றிக்கதுப்பில் உள்ள ஒரு பகுதி 'புரோக்காவின் பகுதி' (Broca's area) என்றழைக்கப்படுகிறது. பால் புரோக்கா (Paul Broca) என்பவர் கண்டுபிடித்ததால் அப்பெயர் இடப்பட்டது. இப்பகுதிதான் சொற்களைத் தெளிவாக உச்சரிக்க உதவும் தாடைகள், நாக்கு, கன்னம், குரல்வளை போன்றவற்றின் அசைவுகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. டால்ஃபின்கள், சிம்பன்ஸிக்கள், நாய்கள் மற்றும் கடல் நாய் (Seal) போன்ற நுண்ணறிவுடைய விலங்குகளில் நெற்றிக்கதுப்புகள் பெரிதாக உள்ளன. பொதுவாக மூளையின் நெற்றிக்கதுப்புப் பகுதியே நுண்ணறிவு ஒழுங்குபடுத்தும் பகுதியாகும். இப்பகுதியே திட்டமிடுதல் மற்றும் முடிவெடுத்தல் போன்றவற்றிற்கு பொறுப்பாகும்.

உச்சிக்கதுப்பு (Parietal lobe):-

இது பல புலனுணர்வு (Sensory) வேலைகளைச் செய்வதால் இக்கதுப்பு புலன் உணர்வுபுறணி (Sensory cortex) என்று அழைக்கப்படுகிறது. வெப்பம், குளிர்ச்சி, வலி, தொடு உணர்ச்சி, அழுத்தம் போன்ற உணர்வுகள் உச்சிக்கதுப்புமூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இக்கதுப்பு உடலின் இயக்கப்பகுதிகளை கட்டுப்படுத்துவதால் இது சுரணைப்பகுதி (Somesthetic area) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

பிடரிக்கதுப்பு (Occipital lobe);-

பெருமூளையின் பின்முனையில் அமைந்துள்ள இக்கதுப்பில் தனிச்சிறப்புடைய புலன் உணர்வான "பார்வை" (Vision) அமைந்துள்ளது. கண்கள் உணர் ஏற்பிகளாகச் (preceptor organ) செயல்படுகின்றன. இக்கதுப்பு வடிவம், அளவு, நிறம் ஆகியவற்றை உணரும் திறனுடையது.

பொட்டுக்கதுப்பு (Temporal lobe):-

பெருமூளையில் மற்றொரு கதுப்பான இதில் மற்றொரு சிறப்புப் புலனுணர்வான "கேட்டல்" (hearing or audition) உணரப்படுகிறது. மேலும் நுகர்ச்சி (Olfaction), சுவையறிதல் (Gustation) போன்ற பிற உணர்வுகளும் இங்கே உணரப்படுகின்றன. ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த கார்ல் வெர்னிக் (Karl Wernick) என்பவர் பேச்சு மற்றும் மொழியை உணரும் ஒரு மையத்தைக் கண்டுபிடித்தார். இம்மையம் வெர்னிக் பரப்பு **(Wernick's area)** என்று அழைக்கப்படுகிறது. வெர்னிக் பரப்பில் நாம் கற்கும் அனைத்து வார்த்தைகளின் அகராதி உள்ளது. பேச்சுப் பரப்பிற்கு ஏதேனும் பாதிப்பு ஏற்பட்டால் ஏஃபேஸியா (Aphasia) எனப்படும் பேச இயலா நிலையும், எக்ராஃபியா (agraphia) என்னும் எழுத இயலா நிலையும், சொற் செவிடு (word deafness) என்னும் பேசப்படும் சொற்களைப் புரிந்துகொள்ள இயலா நிலையும், சொற்குருடு (word blind) எனப்படும் எழுதியுள்ள சொற்களைப் புரிந்து கொள்ள இயலா நிலையும் ஏற்படும்.

பெருமூளை இரண்டு அரைக்கோளங்களால் (Hemispheres) ஆனது. இரு கோளங்களும் அமைப்பில் ஒத்திருந்தாலும் இரண்டும் வெவ்வேறு வேலைகளைச் செய்கின்றன. இடது புறப் பெருமூளை அரைக்கோளம் உடலின் வலதுபுறத்தையும் வலது புற அரைக்கோளம் உடலின் இடதுபுறத்தையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. பொதுவாக இடது அரைவட்டக் கோளமானது வலது கையால் தொடுதல், கணிதத்திறமை (Mathematical skill), மொழி, அறிவியல், எழுதுதல் மற்றும் தர்க்கவியல் (Logic) ஆகிய செயல்பாடுகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. வலது அரைக்கோளமானது நிர்வாகம், இடது கையால் தொடுதல், இசை, நடனம், சிற்பம், புலனுணர்வு மற்றும் கற்பனை (Fantasy) போன்றவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. அடிப்படையில் வலது அரைக்கோளம் அறிவியற்பூர்வமாகவும் இடது அரைக்கோளம் கலைப்பூர்வமாகவும் செயல்படுகின்றன.

எவ்வளவோ ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டபின்பும் மனித மூளைப்புரணியில் இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படாத, மனித அறிவுக்கு அப்பாற்பட்ட பரப்புகள் உள்ளன. இந்த அறியப்படாத பரப்புகளில் எங்கேயாவது சிந்தனை, படைப்புத்திறன் (creativity), காதல் போன்ற பண்புகளின் மையங்கள் புதைந்திருக்கலாம்.

டயன்செஃபலான்:-

தலாமஸ்:- தலாமஸ் மூன்று திரள்களாகப் (Masses) பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு திரளுக்குள்ளும் பல்வேறு பணிகளைச் செய்யக் கூடிய உட்கருக்கள்

உள்ளன. நடுத்திரள் ஒலித்தூண்டல்களையும் பக்கத்திரள் ஒளித்தூண்டல்களையும் பின் புறத்திரள் சுவையுணர்வுத் தூண்டல்களையும் பெறுகின்றன. வலி, வெப்பம், தொடுஉணர்ச்சி மற்றும் அழுத்தம் போன்ற உணர்ச்சிகளையும் உணரவைக்கும் மையமாகவும் செயல்படுகிறது.

புலனுறுப்புகளில் இருந்து வரும் செய்திகளை உள்வாங்கி அவற்றை வகை பிரித்து அந்தந்த மையங்களுக்கு அனுப்புதல் தலாமஸின் முக்கிய வேலையாகும். எடுத்துக்காட்டாகக் கண்ணிலிருந்து வரும் தூண்டல்களை பார்வைப் புரணிக்கும் (Visual cortex), ஒலித் தூண்டல்களை பொட்டுக்கதுப்பில் உள்ள கேட்டல் மையத்திற்கும் தலாமஸ் அனுப்பிவைக்கிறது. எனவே தலாமஸ் ஆனது தண்டுவடத்திற்கும் மூளைக்கும் இடையே மின் விசைப்பலகை (switch board) போல செயல்படுகிறது.

ஹைப்போதலாமஸ்

மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் அனைத்துப் பகுதிகளும் நடத்தையியலில் பங்கு வகித்தாலும் ஹைப்போதலாமஸ் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது.

(அ) உண்ணலில் ஹைப்போதலாமஸின் பங்கு:-

உணவு உட்கொள்வதையும், கழிவை வெளியேற்றுதலையும் ஹைப்போதலாமஸ் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஹைப்போதலாமஸில் உள்ள நியூரான் தொகுதிகள் தூண்டப்படும்போது விலங்கானது ஒவ்வொரு பொருளையும் முகர்ந்தபடி சுற்றிவந்து அப்பொருள் உண்ண உகந்ததா? இல்லையா? என்பதை அறிந்துகொள்கிறது. ஹைப்போதலாமஸில் உள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட மையத்தில் அதிகத் திறனுள்ள மின்சாரத்தை செலுத்தும்போது அவ்விலங்கு பெரும் வேட்கையுடன் (Voraciously) உண்கின்றது. இதனை நிரூபிக்க ஆண் எலிகளைக்கொண்டு சோதனைகள் நடத்தப்பட்டன. ஆண் எலிகளுக்கு ஹைப்போதலாமஸின் பக்கங்களில் எலக்ட்ரோடுகளைப் பொருத்தி அவற்றை நல்ல மணமுள்ள உணவும் பெண் எலியும் வைக்கப்பட்டுள்ள கூண்டுகளில் விடப்பட்டன. அப்போது ஆண் எலிகள் உடனடியாகப் பெண் எலிகள்மீது ஆர்வம் காட்டின. ஆனால் எலக்ட்ரோடுகள்மூலம் மின்சாரம் செலுத்தப்பட்டு நியூரான்கள் தூண்டப்பட்டதும் ஆண்எலிகள் பெண்எலிகளை விட்டுவிட்டு உணவை உண்ணத் தொடங்கின – டெல்காடோ (Delgado) மற்றும் ஆனந்த் (Anand) (1953) ஆகியோர், ஹைப்போதலாமஸின் பக்கங்களில் உள்ள உணவூட்ட மையம் (feeding centre) தூண்டப்படும்போது ஹைப்பர்ஃபேஜியா (**Hyperphagia**) என்னும்

பெரும்பசி ஏற்படுகிறது என்றும் மாறாக, ஹைப்போதலாமஸின் இரண்டு பக்கங்களிலும் கழலை நோய்க்கட்டிகள் (tumour). அல்லது நைவுப்புண்கள் (lesions) ஏற்பட்டால் ஏஃபேஜியா **(Aphagia)** என்னும் உணவு உண்ண இயலா நிலை ஏற்பட்டுப் பக்க ஹைப்போதலாமஸ் சின்ட்ரோம் (Lateral hypothalamic syndrome) உண்டாகிறது என்றும் கண்டறிந்தனர். சாதாரண நிலையில், போதுமான அளவு உணவு உட்கொண்ட உடன் உண்பதை நிறுத்திவிட வேண்டும். ஹைப்போதலாமஸில் உள்ள நியூரான்கள் இதனைச் செய்கின்றன. இதற்கு எதிர்மாறாக செயல்படும் மையத்தை ஆனந்த் (Anand) மற்றும் புரோபெக் (Brobeck) ஆகியோர் கண்டறிந்தனர். ஹைப்போதலாமஸின் அடிப்பக்க நடுக்கோட்டில் அமைந்திருக்கும் இம்மையம் தூண்டப்படும்போது ஏஃபேஜியாவும், அழிக்கப்படும்போது ஹைப்பர்ஃபேஜியாவும் ஏற்படுகின்றன. இந்த மையத்திற்கு முழுநிறைவுமையம் (Satiety centre) என்று பெயரிட்டனர். இம்மையத்தை செயற்கையாகத் தூண்டும்போது விலங்கு எவ்வளவுதான் பசியுடன் இருந்தாலும் உண்பதில்லை. ஸ்மித் (Smith) 1930ம் ஆண்டு ஹைப்போதலாமஸ் பாதிக்கப்படாத வரையில், பிட்யூட்டரி சுரப்பி அகற்றப்பட்டாலும் கூட உடற்பருமன் (Obesity) ஏற்படுவதில்லை என்று கண்டுபிடித்தார். பின்னர் 1941ம் ஆண்டு ஹெத்ரிங்டன் (Hethrington) என்பவர் முழு நிறைவு மையம் அழிந்தால் மட்டுமே உடற்பருமன் ஏற்படும் என்று நிரூபித்தார்.

பசி, உண்ணல் ஆகியவற்றில் ஹைப்போதலாமசின் பங்கு குறித்து மூன்று கொள்கைகள் மூலம் விளக்கலாம். அவை 1. குளூக்கோஸ்டாட் கொள்கை (Glucostat theory) 2. தெர்மோஸ்டாட் கொள்கை (Thermostat theory) 3. புரோபெக்கின் வயிற்று நீட்சியுணர் ஏற்பிக் கொள்கை (Brobeck's Abdominal stretch receptor theory).

1. குளூக்கோஸ்டாட் கொள்கை:- குளூக்கோஸின் அளவு குறையும் போது உணவூட்ட மையம் தூண்டப்படுவதால் உணவு உட்கொள்ளுதல் நடைபெற்று இரத்தத்தில் குளூக்கோஸின் அளவு உயருகிறது. இதனால் முழுநிறைவு மையம் தூண்டப்பட்டு உணவூட்டம் நிறுத்தப்படுகின்றது. சில மணி நேரங்களுக்குப் பிறகு இரத்தத்தில் சர்க்கரையின் அளவு குறையும்போது உணவூட்ட மையம் தூண்டப்பட்டு சுழற்சி மீண்டும் நடைபெறுகிறது.

2. தெர்மோஸ்டாட் கொள்கை:- இக்கொள்கை உடல்வெப்பத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இக்கொள்கை உணவூட்ட மையமும் முழுநிறைவு மையமும் உடல்வெப்பத்தை உணரும் தன்மை கொண்டவை

என்றும் பசியின்போது உடல் வெப்பம் குறைவதால் உணவூட்ட மையம் தூண்டப்படுவதாகவும், உணவு உண்ட பிறகு வளர்சிதை மாற்றத்தினால் உருவாகும் வெப்பம் முழுநிறைவு மையத்தைத் தூண்டுவதாகவும் விளக்குகிறது.

3. **புரோபெக்கின் வயிற்று நீட்சியுணர் ஏற்பி கொள்கை:-** இதன்படி, வயிறு நிரம்பிய உடன் நீட்சியுணர்ஏற்பிகள் (Stretch receptors) தூண்டப்படுவதால் அவை உணவூட்ட மையத்திற்கு உணவூட்டத் தடைத்தூண்டல்களை அனுப்புகின்றன. இதனால் முழுநிறைவு மையம் தூண்டப்பட்டு உணவூட்டம் நிறுத்தப்படுகின்றது. மீண்டும் வயிறு காலியாகும்போது உணவூட்ட மையத்திற்குத் தூண்டல்கள் அனுப்பப்பட்டு மீண்டும் உணவு உண்ணும் வேட்கை ஏற்படுத்தப்படுகிறது.

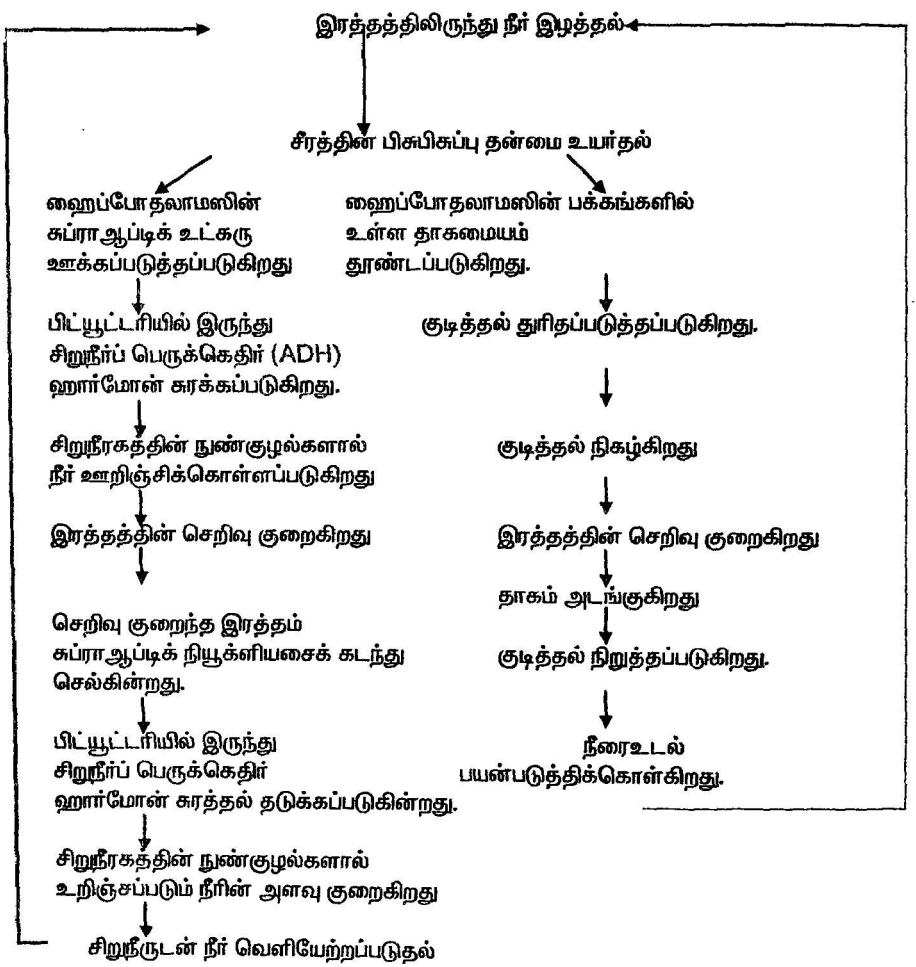
விலங்குகளுக்கு உண்ணல் திருப்தியையும் மகிழ்ச்சியையும் அளிக்கின்றது. உண்பதால் மகிழ்ச்சியை அளிக்கும் நியூரான்கள் உணவூட்ட மையத்திற்கு அருகில் உள்ளன. எலிகளில் இந்த நியூரான்களுக்கு இடையே எலக்ட்ரோடுகளைப் பொருத்திச் சில பரிசோதனைகள் நடத்தப்பட்டன. இந்த நியூரான்கள் இடைவிடாமல் நேரடியாகத் தூண்டப்பட்டபோது எலிகள் உணவு உண்ணாதபோதும் உண்ட திருப்தியுடன் இருந்தன. ஹைப்போதலாமஸில் உள்ள வேறு சில பகுதிகள் உணவைச் சேமித்து வைக்கவும் பதுக்கி வைக்கவும் செய்கின்றன. இந்த நியூரான்கள் தூண்டப்படும்போது எலிகள் உண்பதை நிறுத்திவிட்டு சேமிக்கத் தொடங்குகின்றன. மேற்குறிப்பிட்ட பரிசோதனைகள் அனைத்தும் ஹைப்போதலாமஸில் உணவு உண்ணவும் உண்டபின் முழு நிறைவடையவும், சேமிக்கவும் தனித்தனி மையங்கள் உள்ளன என்பதை உறுதி செய்கின்றன.

தண்ணீர் குடித்தலில் ஹைப்போதலாமஸின் பங்கு:-

நீர்வளர்சிதைமாற்றமடைவதிலும் நீர் குடித்தல் நடத்தையிலும் (Drinking behaviour) ஹைப்போதலாமஸின் பங்கு முக்கியமானது. சிறுநீரகத்தில் இருந்து நீர் அதிகப்படியாக வெளியேறுவதைத் தடுக்கும் சிறுநீர் பெருக்கெதிர் ஹார்மோன் (Antidiuretic hormone) ஆனது முன்புற ஹைப்போதலாமஸின் சுப்ரா ஆப்டிக் உட்கரு (Supraoptic nucleus) வின் நேரடிக் கட்டுப்பாட்டில் உள்ளது. இந்த

உட்கருக்கள் சிதைக்கப்படும்போது நீரின் வளர்சிதைமாற்றம் முழுவதும் நிறுத்தப்படுகிறது. ரான்சன் மற்றும் மாகோம் (Ranson and Magoum - 1939) ஆனால் சுப்ரா ஆப்டிக் உட்கரு தூண்டப்படும்போது விலங்குகளில் சிறுநீர்ப் பெருக்கெதிர்ப்பு (antidiuresis) ஏற்படுகின்றது. (ஹாரிஸ் 1947) (Harris 1947). நீர் உள்ளேற்பைக் (water intake) கட்டுப்படுத்தும் மற்றொரு பகுதியும் ஹைப்போதலாமஸில் உள்ளது. ஹைப்போதலாமஸின் பக்கங்களில் உணவூட்ட மையத்திற்கு அருகில் உள்ள உட்கருவை மின் கிளர்வுத் தூண்டலுக்கு (electrical stimulation) உட்படுத்தும்போது ஆடுகளுக்கு மிகைக்குடித்தல் (அ) ஹைப்பர்டிப்சியா **(Hyperdipsia)** ஏற்படுகின்றது என ஆண்டர்சன் (1953, 1955) (Anderson 1953, 1955) கண்டறிந்தார். இப்பரிசோதனையின்போது ஆண்டர்சன் உள்ளீடற்ற நுண்ணிய ஊசிகளை ஹைப்போதலாமஸின் பக்கங்களில் செலுத்தி ஆடுகளைப் பரிசோதனைக்குத்தயார் செய்த பின் ஆடுகளால் எவ்வளவு தண்ணீர் குடிக்க முடியுமோ அந்த அளவுக்குக் குடிக்க அனுமதித்தார். பிறகு ஆடுகளுக்கு அடர்ந்த உப்புக்கரைசலை நுண் ஊசிகள் வழியே செலுத்தினார். இதனால் ஆடுகள் மிகுந்த வேட்கையுடன் உப்பு நீரைக் குடித்தன. சாதாரணமாக ஆடுகள் மிகுந்த தாகமாக இருந்தாலும்கூட உப்புநீரைக்குடிப்பதில்லை. ஆனால் உப்புநீரால் தூண்டப்பட்ட ஆடுகள் ஏற்கனவே போதுமான அளவு நீர் குடித்திருந்தாலும் உப்பு நீரைக்கூடக்குடித்தன. ஹைப்போதலாமஸின் இப்பகுதி அழிக்கப்பட்டால் ஏடிப்சியா (Adipsia) என்னும் நிரந்தரத் தாகமின்மை ஏற்படுகிறது. ஹைப்போதலாமஸின் பக்கங்களில் ஏதேனும் பாதிப்புகள் இருந்தால் எலி நீர் குடிக்க ஆர்வம் காட்டுவதில்லை. மாறாக நீரின்மீது வெறுப்பை வளர்த்துக் கொண்டுவிடுகின்றன என்று Dr. ஆண்டர்சன் (Dr. Anderson) குறிப்பிடுகிறார். ஒரு விலங்கு தாகமாக இருப்பதை உணரச் செய்யும் நரம்பு மையமானது ஊடுபரவல்உணர்ஏற்பிகளின் (Osmoreceptors) கட்டுப்பாட்டில் உள்ளது. இந்த உணர்ஏற்பிகள் இரத்தத்தின் ஊடுகலப்பு அழுத்தம், வெப்பம் மற்றும் உப்புத்தன்மை ஆகியவற்றை உணரும் திறன் பெற்றவை. உணவு உண்டபின் இரத்தத்தில் உப்பின் அளவு அதிகரிப்பதால் ஊடுபரவல் உணர்ஏற்பிகள் தூண்டப்படுகின்றன. அப்போது நாம் தாகமாக உணர்கிறோம். வெயிலில் அலைதல், மற்றும் ஓடுதல் ஆகிய செயல்கள் உடல் வெப்பத்தையும் இரத்தத்தின் வெப்பத்தையும் உயர்த்துகின்றன. இதன் காரணமாக ஹைப்போதலாமஸின் குடித்தல் மையம் (Drinking centre) தூண்டப்பட்டுத் தாகம் ஏற்படுகின்றது.

குடித்தல் கீழ்க்கண்ட நிலைகளில் ஒழுங்குபடுத்தப்படுகின்றது.



குடித்தல் மையத்தில் உள்ள நரம்புகளின் சந்திப்பு முனைகளில் (Synaptic ends) நார்அட்ரீனலினும் (Noradrenalin), உண்ணல் மையங்களில் அசிட்டைல் கோலைனும் (Acetyl choline) உள்ளன. குடித்தல் மையமும் உண்ணல் மையமும் அருகருகே அமைந்திருந்தாலும் அவற்றிலுள்ள நரம்பலைபரப்பிகளுக்கிடையே (Neurotransmitters) உள்ள வேறுபாட்டால் அவை தனித்தனியே செயல்படுகின்றன.

இனப்பெருக்க நடத்தையில் ஹைப்போதலாமஸின் பங்கு:-

பிட்யூட்டரி மூலமாகவோ அல்லது நேரடியாகவோ ஹைப்போதலாமஸ் இனப்பெருக்க நடத்தைகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. பிட்யூட்டரி சுரப்பி விலங்குகளின் இனப்பெருக்க நடத்தையையும் மற்றும் உடற்செயலியல் சார்ந்த செயல்களையும் ஒழுங்குபடுத்தும் பல ஹார்மோன்களைச் சுரக்கின்றது. கோனடோடிரோபிக் ஹார்மோன் பெண்களில் அண்டகத்தின் (Ovary) வளர்ச்சியையும் எஸ்ட்ரோஜன் சுரத்தலையும், மற்றும் ஆண்களில் ஆன்ட்ரோஜன் சுரத்தலையும் விந்து உற்பத்தியையும் தூண்டுகின்றன. லியூட்டினைசிங் ஹார்மோன், லாக்டோஜெனிக் ஹார்மோன் போன்றவை தாய்மைச் செயல்பாடுகளுடன் தொடர்புடையவை.

விலங்குகளின் பால்சார்புள்ள நடவடிக்கைகளை (Sexual behaviour) ஒழுங்குபடுத்தும் நியூக்ளியஸ் முன்ஹைப்போதலாமஸில் அமைந்துள்ளது. முன்ஹைப்போதலாமஸில் பாதிப்புகொண்ட எலிகள் கலவியில் ஈடுபடவில்லை என்று ஃபிஷ்ஷர் 1938ல் (Fisher 1938) கண்டறிந்தார். இக்கண்டுபிடிப்பு பின்னர் 1940ல் ப்ரூக்ஹார்டு (Brookhard 1940) என்பவரால் கினிப் பன்றிகளை வைத்துச் செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளில் உறுதி செய்யப்பட்டது.

டே மற்றும் குழுவினர் (Day et al) நடத்திய பரிசோதனையில், முன்புறஹைப்போதலாமஸின் நடுவில் பாதிப்பு ஏற்பட்டால் ஆண் மற்றும் பெண் எலிகளின் பால்சார் செயற்பாடுகளில் வலுக்குறைவு ஏற்படுகிறது என்றும், முன்புறஹைப்போதலாமஸின் அடிப்பகுதியில் ஏற்படும் பாதிப்புகள் கினிப் பன்றிகளின் கலவிப்பண்புகளை முழுவதுமாக நிறுத்திவிட்டது என்றும் கண்டறிந்தனர். 1958ல் ஹாரிஸ் (Haris) என்பவர் நுண்குழாயின் மூலம் சிறிதளவு ஈஸ்ட்ரோஜனை முன்புறஹைப்போதலாமஸில் செலுத்திப் பெண் பூனைகளில் ஈஸ்ட்ரஸ் நடத்தையை ஏற்படுத்தி காட்டினார்.

பெண் முயல்களின் ஹைப்போதலாமஸில் எலக்ட்ரோடுகளைப் பொருத்தி காதல் மற்றும் கலவியின்போது நரம்புகளில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளை கிரீன் (Green - 1954) என்பவர் பதிவு செய்தார். பெண் எலிகளின் பெண் இனப்பெருக்கக் குழாய் (Vagina) தூண்டப்பட்டபோதும் இதையொத்த மின்னோட்ட மாறுபாடுகள் முன்புறஹைப்போதலாமஸில் ஏற்பட்டது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. மற்றொரு ஆய்வில் ஆண் முயலின் முன்புற ஹைப்போதலாமஸின் நியூரான்களிலும் பார்வை நரம்பு குறுக்கமைவுக்கு முன் உள்ள பகுதிகளிலும் (Preoptic area) கலவி போன்ற பால்சார் செயல்பாடுகளின் தாக்கம் மிக அதிக அளவில் ஏற்படுவதாக

நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. மேற்குறிப்பிட்ட அனைத்துப் பரிசோதனைகளும் இனப்பெருக்க நடத்தையை ஒழுங்குபடுத்தும் மையம் முன்புற ஹைப்போதலாமஸில் உள்ளது என்றும் இம்மையம் நேரடியாகவோ அல்லது பிட்யூட்டரி சுரப்பி மூலமாகவோ இனப்பெருக்க நடத்தையை ஒழுங்குபடுத்துகிறது என்றும் நிரூபிக்கின்றன.

மகிழ்ச்சி (Reward) மற்றும் நலக்குறைவில் (Punishment) ஹைப்போதலாமஸின் பங்கு :-

பின்புற ஹைப்போதலாமஸில் உள்ள ஒரு நியூக்ளியஸ் தொகுதி மகிழ்ச்சி மற்றும் நலக்குறைவு மையங்களாகச் செயல்படுகின்றன. இம்மையங்கள் 1953ம் ஆண்டு மான்ட்ரீலில் உள்ள மாக்கில் பல்கலைக்கழகத்தைச் (Mac Gill university) சேர்ந்த ஒல்ட்ஸ் (Olds) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவர் ஒரு எலியின் மகிழ்வு மையத்தில் (Pleasure centre) ஒரு எலக்ட்ரோடை (மின்வாய்) இணைத்தார்; பின்னர் எலக்ட்ரோடை ஒரு மின் சுற்றுடன் (circuit) இணைத்தார். இத்துடன் எலி தன் கால்களால் அழுத்தும் வண்ணம் ஒரு நெம்புகோலையும் (Lever) இணைத்தார். எலி நெம்புகோலை அழுத்தும்போதெல்லாம் எலியின் மகிழ்வுமையம் தூண்டப்பட்டது. இதனால் மிகவும் மகிழ்ச்சியுற்ற எலி ஒரு மணி நேரத்தில் சுமார் 5000 முறை இடைவிடாது, தாம் களைப்படைந்து விழும் வரை அழுத்தியது. அதே எலியை ஒல்ட்ஸ் ஒரு கூண்டில் பட்டினியுடன் அடைத்து வைத்தார். பின்னர் நல்ல மணத்துடன் கூடிய உணவை அளித்தார். எனினும் எலி நெம்புகோலை அழுத்தி மகிழ்ச்சியுறவே விரும்பியது. எலி நெம்புகோலை அழுத்தி அழுத்தி முழுச்சோர்வடைந்த பின்னரும் எவ்வாறேனும் நெம்புகோலை அழுத்தி மகிழ்வுற எதைச் செய்யவும் தயாராக இருந்தது. பின்புற ஹைப்போதலாமஸில் உள்ள மற்றொரு சிறப்பு உட்கருத் தொகுதியானது தூண்டப்படும்போது விலங்கானது வலி (pain), அதிருப்தி (Displeasure), நலக்குறைவு (Discomfort) போன்ற அறிகுறிகளைக் காட்டுகிறது. அப்பகுதிகள் தொடர்ந்து தூண்டப்பட்டால் அவ்விலங்கானது நோய்வாய்ப்படுகிறது. சில நேரங்களில் மரணம் கூட ஏற்படுகின்றது. வலி மற்றும் நலக்குறைவு (Discomfort) மையங்கள் தூண்டப்படுவதால் மகிழ்ச்சி அடிக்கடி தடுக்கப்படுகிறது. அமைதியூக்கிகளைப் (Tranquilizers) பயன்படுத்தும்போது மகிழ்ச்சி மற்றும் வெறுப்பு ஆகிய இரு மையங்களின் செயல்பாடுகளும் தடுக்கப்பட்டு விலங்கின் எதிர்வினை (reactivity) வெகுவாகக் குறைக்கப்படுகிறது.

மகிழ்வு மையங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்குத்தான் கிளர்ச்சியடைய முடியும் என்பது முக்கியமாகக்

குறிப்பிடத்தக்கது. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக உண்பதை எடுத்துக் கொள்ளலாம். பசியும் தேவையும் இருக்கும்போது மட்டுமே ஒருவரால் உண்ண இயலும். மாறாக, ஒருவரைக் கட்டாயப்படுத்தி மேலும் மேலும் உண்ணவைத்தால் உணவின்மீது வெறுப்பு, குமட்டல் மற்றும் வாந்தி ஆகியவை ஏற்படும்.

சண்டையிடுல் மற்றும் தப்பித்தலில் ஹைப்போதலாமஸின் பங்கு (Role of hypothalamus in fighting and fleeing):-

பக்க மற்றும் பின்புற ஹைப்போதலாமஸில் உள்ள சில உட்கருக்கள் தூண்டப்படும்போது எதிர்த்தல், தாக்குதல், சண்டையிடுதல் மற்றும் கீழ்படிதல் (அ) விட்டுக்கொடுத்தல் போன்ற செயல்கள் நடைபெறுகின்றன. ஹெஸ் (Hess-1953) என்பவர் பூனைகளில் மேற்கொண்ட பரிசோதனையில், மேற்குறிப்பிட்ட நியூரான்களை மிகக்குறைந்த வலுவுள்ள மின்சாரத்தால் தூண்டும்போது பூனைகள் வெறும் விழிப்புணர்வு நிலையில் மட்டுமே இருந்தன என்றும் மின்சாரத்தின் அளவை அதிகரிக்க அதிகரிக்க அதன் எதிர்வினை மிகச் செறிவுடன் இருந்ததாகவும் முடிவில் ஹைப்போதலாமஸின் ஒரே புள்ளியில் மேலும் மேலும் மின் தூண்டுதல் அளிக்கப்பட்டபோது மட்டுமே பூனைகள் பரிசோதனையாளர்மீது கடுஞ்சீற்றத்துடன் பாய்ந்து தாக்க முயன்றன என்றும், மின்னோட்டம் நிறுத்தப்பட்டதும் பூனைகள் அமைதியடைந்துவிட்டதாகவும் கண்டறிந்தார். இப்பரிசோதனைகள் ஹைப்போதலாமஸின் பக்கங்கள் மற்றும் பின்புறத்தில் தாக்குதல் மையங்கள் உள்ளன என்பதை உறுதி செய்தது. இம்மையங்கள் அழிக்கப்பட்டால் விலங்குகளில் மறுவினையற்றதன்மை (unresponsiveness) உருவாவதாக ரான்சன் 1959 (Ranson 1959) ல் கண்டுபிடித்தார். எனினும் ஹைப்போதலாமஸின் முன்புறத்திலும் வயிற்றுப்புறத்தின் மையத்திலும் உள்ள சில உட்கருக்களும் பூனை மற்றும் சேவல்களின் தாக்குதல் பண்பைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

உறக்கம் – ஹைப்போதலாமஸின் பங்கு (Role of hypotholamus in sleeping) :-

அநேகமாக எல்லா விலங்குகளும் உறக்கத்தை மேற்கொள்கின்றன. மீன்கள்கூடச் செயலற்று சில நேரம் இருக்கின்றன. டால்ஃபின்கள் தூங்கும்போது நீருக்கு அடியில் சென்றுவிடுகின்றன. பாம்புகளும் பல்லிகளும் கண்களைத் திறந்தவாறு உறங்குகின்றன. பசுக்கள், ஆடுகள் போன்றவையும் சிறிது நேரம் உறங்குகின்றன. மறிமான்கள் (Antelopes) இன்னும் குறைந்த அளவே உறங்குகின்றன. உறங்குதலும் விழித்தலும் பலகாலமாகவே ஆராய்ச்சியாளர்களின் கவனத்தை ஈர்த்து வந்துள்ளது. ரஷ்ய அறுவை மருத்துவர்

ஒருவர் போர்க்காலத்தில் தாம் அறுவைசிகிச்சை செய்த ஒரு படைவீரன் சம்பந்தமான நிகழ்ச்சியைப் பற்றிக் குறிப்பிட்டுள்ளார். படைவீரரின் ஹைப்போதலாமஸில் நுழைத்துவிட்ட ஒரு உலோகத் துண்டை அகற்ற ஓரிட உணர்வகற்றல் (local anesthesia) மூலம் மருத்துவர் முயற்சி செய்தபோது நோயாளி உடனடியாகத் தூக்கத்தில் ஆழ்ந்தார் (நோயாளி மயக்கமடைந்துவிட்டதாக எண்ணிய மருத்துவர் வருத்தமடைந்தார்). சிறிதுநேரம் கழித்து விழித்தெழுந்த நோயாளியை விசாரித்தபோது தனக்குக் கட்டுப்படுத்த முடியாதபடி தூக்கம் வந்துவிட்டதாக கூறினார். இதிலிருந்து மருத்துவர் முன்புற ஹைப்போதலாமஸில் உறக்கமையம் இருக்கிறது என்ற முடிவுக்குவந்தார். உறங்குநோய் (sleeping sickness) தாக்கிய ஒரு நபரை 1929ல் ஆய்வு செய்த வோன் ஈக்கோனோமோ (Von Economo) என்னும் விஞ்ஞானி உறக்கம்–விழித்தல் ஒழுங்குபாட்டில் ஹைப்போதலாமஸின் பங்கு குறித்து முதன்முதலில் கண்டறிந்தார். உறக்க மையம் முன்புற ஹைப்போதலாமஸில் உள்ளது. எதிர்பாராத விதமாக இம்மையம் பாதிக்கப்பட்டால் அந்த விலங்கால் எப்போதும் உறங்க முடியாது. மாறாக இம்மையம் தூண்டப்பட்டால் நீண்ட உறக்கம் ஏற்படும். ரான்சன் (1959) குரங்குகளில் நடத்திய பரிசோதனையில் சில உட்கருக்களின் நரம்பியல் செயல்பாடுகளை நிறுத்தினார். இதனால் குரங்குகள் 4–8 நாட்கள் வரையில் தொடர்ந்து உறங்கின. ஆய்வுகள் முடிந்த பின்னரும் கூட பல மாதங்கள் வரையில் குரங்குகள் தூக்க மயக்க நிலையிலேயே இருந்தன (Drowsiness). விழித்தல் மையம் பின்புற ஹைப்போதலாமஸில் உள்ளது. என்செஃபாலிட்டிஸ் (encephalities) எனப்படும் மூளைக்காய்ச்சல் நோயாளிகளின் பின்புற ஹைப்போதலாமஸின் செயல்பாடுகள் தடுக்கப்படுவதால் அந்நோயாளி ஆழ்மயக்கத்திலோ (coma) அல்லது நீண்ட உறக்கத்திலோ ஆழ்ந்து விடுதல் நேரிடுகிறது.

ஹைப்போதலாமஸின் பிற செயல்பாடுகள்:-

ஹைப்போதலாமஸ்தான் உணர்ச்சிகளின் பிறப்பிடம் என்று கூறலாம். உணர்ச்சிகளின் பல்வேறு ஆக்கக் கூறுகள் இங்கேதான் ஒருங்கிணைக்கப்படுகின்றன. கோபம், பயம், தவிப்பு (Anxiety), மகிழ்ச்சி, கடுஞ்சீற்றம் (rage), எரிச்சல் (irritation) மற்றும் தாக்குதல் போன்றவை பின்புற ஹைப்போதலாமஸ் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இம்மையத்திற்கு ஏற்படும் பாதிப்பு அந்த நபரை ஒரு காய்கறியைப்போல் ஆக்கிவிடும். அவர் உணர்ச்சிகரமாகச் செயல்படுவதில் தடைகள் ஏற்படும்.

ஹைப்போதலாமஸில் பார்வை நரம்பு குறுக்கமைவின் முன்பகுதியில் ஏற்படும் பாதிப்புகள் எலிகளின் தாய்மை நடத்தையில் (Maternal behaviour) பெரும்குறைகளை எற்படுத்துகின்றன. அப்பெண் எலிகள் கூடுகட்டுவதில்லை, குஞ்சுகளைச் சொந்தம் கொண்டாடுவதில்லை அவற்றைப் பேணுவதுமில்லை. ஆனால் இம்மையம் தூண்டப்படும்போது தாய்மை நடத்தைகள் ஏற்படுகின்றன.

ஹைப்போதலாமசும் மூளையின் நெற்றிக்கதுப்பும் பல விலங்குகளின் வேட்டை நடத்தையைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. வாஸ்மன் மற்றும் ஃபிளைன் (1962) (Wasman and Flymn 1962) ஆகியோர் பூனையின் ஹைப்போதலாமஸை தூண்டி அவற்றின் வேட்டை நடத்தையை அறிந்தனர்.

சூழ்நிலைகளில் இருந்து பெறுகின்ற செய்தியை நரம்பு மண்டலமானது ஒருங்கிணைத்து பிறகு கட்டளைகளை அனுப்புகிறது. அதற்கேற்றபடி விலங்குகள் செயல்படுகின்றன. விலங்குகளின் நடத்தையைக் கட்டுப்படுத்துவதில் மத்திய நரம்பு மண்டலமே முக்கிய பங்கு வகித்தாலும் நரம்பு மண்டலத்தின் பிறபகுதிகளும் அதே அளவுக்கு முக்கியமானவையே. விலங்குகளின் நடத்தை மத்திய நரம்பு மண்டலச் செயல்பாடுகளின் கூட்டுவிளைவே ஆகும்.

அனிச்சைச் செயல்களும் நடத்தையியலும் (Reflexes and behaviour) :-

முதுகெலும்பிகளின் பல்வேறு வகையான இயக்கங்கள் அனிச்சைச் செயல்கள் மூலம் நடக்கின்றன. (எ.கா.) அதிக ஒளிபடும்போது கண்கள் தானாக மூடிக்கொள்ளுதல், சூடான பொருட்கள் படும்போதோ அல்லது கிள்ளும்போதோ கைகள் தானாக இழுத்துக்கொள்ளுதல், பெருத்த ஓசையின்போது உடல் தூக்கிவாரிப் போடுதல் போன்றவை. மேற்குறிப்பிட்ட செயல்கள் யாவும் மூளையின் தலையீடு இன்றி தண்டுவடத்தால் நேரடியாக நடத்தப்படும் அனிச்சைச் செயல்கள் ஆகும். செரிமானநொதிகள் சுரத்தல், இதயத்துடிப்பு மற்றும் சுவாசம் போன்ற முக்கியமான உடற்செயலியல் நிகழ்வுகளும் அனிச்சைச் செயல்களே. பாலூட்டிகளின் தண்டுவடத்தில் 33 அனிச்சை வளைவுகள் உள்ளன. இவை மூளையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளதால் தொடர்ச்சியான அனிச்சைச் செயல்களான நடத்தல் போன்ற இயக்கங்கள் சீராக நடைபெறுகின்றன.

நடுமூளை:-

நடுமூளையின் அடிப்புறத்தில் ஒரு ஜோடி இழைக்கற்றைகள் உள்ளன. இவை பெருமூளைப்புறணியில் இருந்து பான்ஸ் (Pons) எனப்படும் மூளைப்பாலம்

மற்றும் தண்டுவடம் ஆகிய பகுதிகளுக்குத் தூண்டல்களை (Impulse) அனுப்புகிறது. மேலும் நடுமூளையில் தண்டுவடத்தில் இருந்து தலாமஸிற்கு செல்லும் உணர் இழைகளும் உள்ளன. நடு மூளையின் மேற்பரப்பு டெக்டம் (tectum) என்றழைக்கப்படும். இதில் கண்கோளத்தையும் தலையையும் பார்வைத் தூண்டல்களுக்கேற்ப இயக்கும் அனிச்சை மையங்களும், ஒலித்தூண்டல்களுக்கேற்பத் தலையையும் உடலையும் இயக்கும் மையங்களும் உள்ளன.

சிறுமூளை: -

சிறுமூளையானது தசையின் இயக்கங்களை ஒருங்கிணைக்கும் பணியைச் செய்கிறது. சிறுமூளை தசைகளின் அனைத்து இயக்கங்களையும் பதிவு செய்யும் கருவியாக (Recoding machine)ச் செயல்படுகிறது. ஒரு இயக்கத்தின் தொடர் வரிசை குறித்து முடிவு செய்ய மூளையானது ஆரம்பத்தில் தனது உயர் செயல்திறனைப் பயன்படுத்துகிறது. ஆனால் சில முயற்சிகளுக்குப்பிறகு அத்தொடர்வரிசை சிறு மூளையால் பதிவு செய்யப்படுகிறது. கட்டளை வரும்போது பெருமூளைப்புறணியின் பங்கு அதிகம் இல்லாமல் மீண்டும் அத்தொடர்வரிசை நிகழ்த்தப்படுகிறது. பியானோ வாசிப்பதுமுதல் ஊசிக்கு நூல் கோர்ப்பதுவரை அனைத்தும் சிறுமூளையின் செயல்பாடே ஆகும். துல்லியமான உடல் இயக்கங்கள் சிறு மூளையின் செயல்பாட்டினைச் சார்ந்தே அமைந்துள்ளது. பெருமூளை மற்றும் எலும்புத் தசைகளில் இருந்து தூண்டல்களைப் பெறும் சிறுமூளை அத்தூண்டலை மதிப்பீடு செய்து அவற்றை இனம் பிரித்து எந்தத் தசை இயங்க வேண்டுமோ அத்தசை இயங்கத் தேவையான செய்தியை அனுப்புகிறது.

உடல் சமநிலையும் சிறுமூளையின் செயல்பாட்டைச் சார்ந்துள்ளது. சிறுமூளை பாதிப்படையும்போது தள்ளாடும் நடை, தீடீர்ச்சாய்வு (lurch) ஆகியவையும் ஏற்படும். மேலும் எலும்புகளின் இயக்கங்கள் பாதிக்கப்பட்டு ஏட்டாக்ஸியா (Ataxia) என்னும் நோய் ஏற்படும். இந்நோய் ஏற்பட்ட மனிதனால் தன் விரல்களைக் கொண்டு தனது மூக்கைத் தொட இயலாது.

மெடுல்லா:-

இதன் வழியாக உணர்ச்சி நரம்புத்தூண்டல்களும் இயக்க நரம்புத் தூண்டல்களும் கடத்தப்படுகின்றன. இதில் பல கபால நரம்புகளின் உட்கருக்கள் உள்ளன. மேலும் இதில் மூச்சுவிடுதல், இதயத்துடிப்பு, (இதய மையம்) இரத்தக்குழாய்களின் குறுக்களவு, (குருதி நாடி இயக்க மையம்) விழுங்குதல்,

இருமல், தும்மல், விக்கல் போன்றவற்றுடன் தொடர்புடைய முக்கியமான மையங்கள் உள்ளன. நம் உடலின் உறக்கம் மற்றும் விழித்தல் மையமும் மெடுல்லாவில் உள்ளது.

லிம்பிக் மண்டலம் (Limbic system):-

இது பொட்டுக்கதுப்பின் ஆழத்தில் அமைந்துள்ளது. இதில் பல்வேறு பகுதிகளும் பெருமூளைப் புறணியின் உட்கருக்களும் அடங்கும். இவை தனித்தோ கூட்டாகவோ செயல்பட்டு நம் நடத்தையியலில் தாக்கத்தை எற்படுத்துகின்றன.

உணர்ச்சியானது சமநிலையிலிருந்து (emotional equilibirium) பிறழும்போது (Emotional upset) லிம்பிக் சிஸ்டம் அதனை உணர்ந்து அது மகிழ்ச்சியானதோ அல்லது மகிழ்ச்சியற்றதோ எதுவாயினும் மீண்டும் உணர்ச்சி சமநிலை அடையசெய்தல் இதன் முக்கிய வேலையாகும். இவ்வுணர்ச்சிகள் ஹிடோனிக் உணர்ச்சிகள் (அ) மீள் இன்ப உணர்வுகள் (Hedonic feelings) என்றழைக்கப்படுகின்றன. நம் அன்புக்குரியவரைச் சந்தித்தல், பிடித்த இசையைக் கேட்டல், சுற்றுலாச் செல்லுதல், காதல், சிரிப்பு, உள்ள நிறைவு போன்றவை மகிழ்ச்சியுடைய உணர்ச்சியிலும், பயம், துன்பம், வெறுப்பு, வன்மம் போன்றவை மகிழ்ச்சியில்லா உணர்ச்சியிலும் அடங்கும். உணர்ச்சிச் சமநிலை பிறழ்ச்சியடையும்போது மூளையானது லிம்பிக் சிஸ்டத்தின் உதவியுடன் அதற்கு ஈடுகொடுத்து மீண்டும் உணர்ச்சி சமநிலையடைய உதவுகிறது. நாம் பயப்படும்போதும், உணர்ச்சிவசப்படும்போதும் உள்ளங்கை வியர்த்து ஈரமாகி குளிர்ந்து போதல், இதயம் படபடத்தல், வயிற்றில் பட்டாம்பூச்சி பறத்தல் போன்ற உணர்ச்சிப் பிறழ்நிலைகளை நாம் அனைவரும் அறிவோம். லிம்பிக் சிஸ்டமும் ஹைப்போதாலமசும் அந்த உணர்ச்சிகளைச் சமநிலைப்படுத்திச் சராசரி நிலையை அடைய உதவுகின்றன. செப்டம் பெல்லுசிடம் (Septum pellucidum) மகிழ்ச்சி நடத்தையுடனும் அமிக்டலாய்டுஉறுப்பு (Amygdaloid body) வன்னடத்தையுடனும் தொடர்புடையது. அமிக்டலாய்டு உறுப்பில் சிறு கழலை ஏற்பட்ட ஒரு நோயாளிக்குக் கட்டுக்கடங்காத ஆத்திரம் ஏற்பட்டு பலபேரைக் கொன்றார். அவரது அமிக்டலாய்டு உறுப்பில் எலக்ட்ரோடு பொறுத்தப்பட்ட பின் நரம்பியல் செயல்பாடுகள் நிறுத்தப்பட்டு அவர் குணமடைந்துள்ளார். மனிதர்களில் அமிக்டலாய்டு உறுப்பு, ஹிப்போகாம்பஸ், செப்டம், பெல்லுசிடம் போன்ற உறுப்புகளில் மின்தூண்டல் தொடுத்தால் கடுஞ்சீற்றம், கிளர்ச்சி செய்தல் (agitation) ஏக்கம், பெருமகிழ்ச்சி (elation), மனமருட்சி (Hallucination) பால்கவர்ச்சி போன்றவை ஏற்படுகின்றன. பூனையின் அமிக்டலாய்டு உறுப்பு தூண்டப்படுவதால் தலையை உயர்த்துதல், உடலை வளைத்தல், வட்டமிடுதல், நக்குதல், மெல்லுதல், விழுங்குதல் போன்ற

செயல்களும், சில சமயங்களில் ஒரு விலங்கின் அனைத்துச் செயல்பாடுகளையும் நிறுத்தி அவ்விலங்கு அது இருந்த நிலையிலேயே அசையாது நிலைத்திருக்கும்படிச் செய்யும் தடைஎதிர்வினை (Arrest reaction) போன்ற செயல்களும் நடைபெறுகின்றன. அமிக்டலாய்டு உறுப்பு தூண்டப்படும்போது வன்னடத்தை ஏற்படுவதைப்போல் அவ்வுறுப்பு பாதிப்படையும்போது வன்முறைவிலங்குகள் அமைதியாகவும் முன்பு பயந்த பொருட்களைக்கண்டு பயப்படாமலும் இருக்கின்றன. இதைத்தவிர லிம்பிக் சிஸ்டத்தில் உள்ள மற்றொரு நரம்புக்கற்றையான ஹிப்போகாம்பஸ் ஒரு மனிதனின் கவனத்தை (attention) கட்டுப்படுத்துதல் மற்றும் கற்றல் போன்றவற்றில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது. ஹிப்போகாம்பஸ் அகற்றப்பட்டுவிட்டால் அம்மனிதனுக்கு அம்னீஷியா (Amnesia) என்னும் நினைவிழத்தல் நோய் ஏற்படுகிறது. நீண்ட நாள் குடிப்பழக்கம் லிம்பிக் சிஸ்டத்தின் பகுதிகளைச் சீர்குலைத்து விடுவதால் நாளடைவில் ஞாபக சக்தி பாதிக்கப்படுகிறது.

வலி, இன்பம், கோபம், சீற்றம், பயம், வருத்தம், மென்மையாக இருத்தல் (docile) பாலுணர்வு மற்றும் பாசம் போன்ற உணர்ச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்துவதில் மிக முக்கியப் பங்காற்றுவதால் லிம்பிக் சிஸ்டம் "உணர்ச்சி மூளை" (Emotional brain) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

வலையுறுத்தூண்டல்தொகுதி (Reticular activating system) RAS அல்லது வலைப்பின்னலுரு அமைவாக்கம் (Reticular formation) RF:-

முகுளம், பான்ஸ் மற்றும்நடுமூளை ஆகியவற்றை உள்ளடக்கிய பகுதிகள் வலையுறுத்தூண்டல் தொகுதியில் அடங்கும். வலையுறுத்தூண்டல் தொகுதியின் நரம்பியல் செயல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவைவிடக் குறையும்போது நாம் தூக்கத்தில் ஆழ்கிறோம். வலையுறுத்தூண்டல் தொகுதி பாதிக்கப்படும்போது வலிமையான தூண்டுதல்களால்கூட எழுப்பமுடியாத அளவிற்குக் கோமாவிலோ அல்லது மயக்கத்திலோ ஆழ்ந்துவிட நேருகிறது. இந்தப் பகுதி செயல்படவில்லை எனில் ஒரு மனிதன் உணர்ச்சியற்றுச் செயலிழந்துபோன ஒரு புரோட்டோபிளாசத் திரளாகத்தான் (சதைப்பிண்டமாக) வாழ முடியும்.

ஒரு மனிதனின் சிந்தனை, ஒரு உணர்ச்சித்தூண்டலை ஏற்று அதற்கேற்பச் செயல்பட வைத்தல் போன்ற முக்கியமான பணிகளை பெருமூளைப்புறணி விழிப்புடன் இருந்தாலன்றிச் செய்ய இயலாது. வலையுறுத்தூண்டல் தொகுதியானது ஒரு மோட்டார் வாகனத்தின் இயக்கத் தொடக்கி (starter) போல்

செயல்பட்டு, மூளை எந்திரத்தை ஓடவைத்து மனிதனைச் சுயநினைவுடன் வாழ வைக்கிறது. ஒலி, திடீர் ஒளி, கிள்ளல், மரத்துண்டு எரியும் வாசனை, வலி போன்ற உணர்ச்சிகளில் இருந்து தூண்டல்களைப் பெறும் வலையுறுத்தூண்டல் தொகுதியானது பெருமூளைப் புறணியை எச்சரிக்கை செய்து விழிப்புடன் இருக்கச்செய்கிறது. வலையுறுத்தூண்டல் தொகுதி தன்கூருணர்வுத்திறனும் (Sensitivity) தெரிவுசார்பண்பும் (Selective) உடையது. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு தாய் குழந்தையின் மெல்லிய அழுகையைக்கூட உணர்ந்து உடனடியாக விழித்தெழுவாள். ஆனால் புகை அல்லது எரியும் ஓயர் வாசனையை உடனடியாக உணர்ந்து எழக்கூடிய தந்தை, குழந்தையின் அழுகுரலை உணராமல் உறங்குவார். இதைப்போல் நகரத்தில் வாழும் மனிதன் பலத்த வாகனப் போக்குவரத்து ஓசையிலும் உறங்குவான். ஆனால் கிராமத்தில் இருந்து நகரத்திற்கு வரும் மனிதன் உறக்கமின்றி இரவைக் கழிப்பான்.

அத்தியாயம் – 3

திசையமைவு (Orientation)

திசையமைவைத் திசைப்போக்கு, திசைப்படுத்தல், தகவுறுதல் என்றும் அழைக்கலாம்.

பூமியில் வாழும் அனைத்து உயிரிகளும், உயிரியக் கோளத்தின் பாதுகாப்புபோர்வைக்குள் வாழ்கின்றன. இவ்வுயிரிகள் தாம் பிழைத்திருக்கத் தமக்கு உகந்த சூழல்களைக் கொண்ட வாழிடத்தைத் தேடிக்கொள்ளுதல் அவசியமாகிறது. விலங்குகள் சூழ்நிலை மாற்றங்களை உணர்ந்து, வெளிப்புறத் தூண்டல்களுக்கு ஏற்ப தம் இயக்கங்களை ஒருங்கிணைத்துக் கொள்ளும் தகவமைப்பு நடத்தையானது திசையமைவு எனப்படும். திசையமைவானது விலங்கின் உணர்திறனைச் சார்ந்துள்ளது. வெளிப்புறத் தூண்டல்கள் இல்லாத திசையமைவானது காரணமில்லாத் திசையமைவு (அ) இடியோதெட்டிக் (idiothetic) திசையமைவு என்றும் சூழ்நிலைக் காரணிகளைப் பயன்படுத்தி ஏற்படும் திசையமைவு அல்லோதெட்டிக் (Allothetic) திசையமைவு என்றும் மிட்டல்ஸ்டாட் என்பவர் (Mittelstaedt - 1973) வகைப்படுத்தியுள்ளார்.

எறும்புகள் வாசைன மூலமாகவும் வவ்வால்கள் எதிரொலிவழி இடனறிதல் வழியாகவும் வேறுசில விலங்குகள் மின்னோட்டம் மூலமும் திசைப்படுத்திக் கொள்கின்றன. தேனீக்கள் சூரியன் இருக்குமிடத்தை வைத்துத் திசைப்படுத்திக்கொள்ளுதல் வான் வழியறிந்து தகவுறுதல் (sky-compass orientation) என்றும் முனைவாக்க ஒளி (polarized light) யின் மூலம் தகவுறுதல், ஒளியறிந்து தகவுறுதல் (light compass orientation) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. அலை ஓத (tidal) மணலில் வாழும் தெள்ளுப்பூச்சிகளான டாலிட்ரஸ் சால்டேட்டர். (Talitrus *saltator*) பகல் நேரங்களில் சூரியனின் நிலைக்கேற்பவும் இரவு நேரங்களில் சந்திரனின் நிலைக்கேற்பவும் தன்னை ஒருங்கிணைத்துக் கொண்டு சரியான வழியைக் கண்டுபிடிக்கின்றன. இது சந்திரத் தகவுறுதல் (lunar orientation) எனப்படுகிறது. (பாப்பி மற்றும் பார்டி 1959) வலசை போகும் பறவைகள் விண்வெளிக் கோள்களைப் (celestial bodies) பயன்படுத்தித் திசைப்படுத்திக் கொள்கின்றன. காந்தப்புல திசையமைவு பற்றி

(magnetic filed orientation) வில்ட்ஸ்க்கோ மற்றும் வில்ட்ஸ்க்கோ (1
(Wiltschko and Wiltschko 1975) ஆகியோர் குறிப்பிட்டுள்ளனர். பல மீன்க
நீர்வண்டுகளின் (water beetle) லார்வாக்களும் நீரின் மேற்புறத்திலிரு
நீருக்குள் வரும் ஒளி ஆதாரத்திற்கேற்பத் தம்மைத் திசைப்படுத்
கொள்கின்றன.

திசையமைவின் வகைகள் (Types of orientation):-

திசையமைவுச் சார்பியக்கம் எனவும் அசைப்பியக்கம் எனவும் வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

I. சார்பியக்கம் (Taxes):-

விலங்குகளின் உடலானது இடப்பெயர்ச்சி செய்து தூண்டல் ஆத
(source of stimulation) இருக்குமிடத்தை நோக்கியோ அல்லது விலகி
செல்லுதல் **சார்பியக்கம்** எனப்படும். கீழ்க்கண்ட எடுத்துக்காட்டுகள் மூ
சார்பியக்கத்தை விளக்கலாம்.

(1) யூமெனிஸ் செமிலி (Eumenis semele) என்னும் வண்ணத்துப்பூ
எதிரிகளிடம் இருந்து தப்பிக்கச் சூரியனை நோக்கிப் பறக்கின்றது. அ
முயற்சியில் ஒரு கண் பழுதடைந்து விட்டால் வண்ணத்துப்பூச்சிகள் வ
வட்டமாக சுற்றிப் பறந்து இருபக்க ஒளித்தூண்டலைச் சார்ந்திருப்ப
வெளிப்படுத்துகின்றன. எனினும் எல்லா சார்பியக்கங்களும் இருபக்
தூண்டலைச் சார்ந்திருப்பதில்லை. இதே வண்ணத்துப்பூச்சி, ஒரு க
பழுதடைந்துவிட்டாலும் பெண் வண்ணத்துப்பூச்சியைப் பின்தொடர்
செல்லும்போது நேரான வழியிலேயே பறக்கின்றன.

(2) இருப்பிடத்தைநோக்கிச் செல்லும் எறும்புகள் சூரியனின் நிலைக்கேற்ப
திசையை மாற்றிக் கொள்கின்றன. இந்த எறும்புகளைப்பிடித்து இருட்ட
பெட்டியில் வைத்திருக்கும்போது கூட சூரியனின் முனைவாக்கமு
ஒளித்தளத்தை (place of polarization light) உணர்ந்து அதற்கேற்றவ
தம்மைத் திசைப்படுத்திக் கொள்கின்றன.

(3) லோயப் (Loeb) என்னும் அறிவியலாளர் சார்பியக்கங்கள் கட்டாய
திசையமைவை ஏற்படுத்தலாம் என்றும் கட்டாயத் திசையமைவில் விலங்கி
தகவமைப்பானது எளிமையாகவும் தன்னியக்கத் தன்மையுடனும் இருக்கு
என்றும் கூறியுள்ளார். சில சமயங்களில் சார்பியக்கங்கள் மிகச்சிக்கலா

நடத்தைப் பாங்கம் கொண்டதாக இருப்பதால் இயற்கையாக நடைபெறும் திசையமைவு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சார்பியக்கங்களைச் சார்ந்து நடைபெறுகிறது. கிரெனிலேப்ரஸ் ராஸ்ட்ரேட்டஸ் (Crenilabrus *rostratus*) என்னும் மீனில், செங்குத்து திசையமைவானது (upright orientation) ஒளி மற்றும் புவியீர்ப்புச் சார்பியக்கங்களைச் சார்ந்திருக்கின்றது. மீன் தொட்டியின் ஒளியானது மேற்புறத்திலிருந்து வருவதற்கு பதிலாக பக்கங்களில் இருந்து வருமாறு அமைத்திருந்தால் மீன்கள் கீழ்நோக்கியோ அல்லது மேல்நோக்கியோ ஒரு கோணத்தில் தங்களைத் திசைப்படுத்திக் கொள்கின்றன. உட்செவியை அழித்து புவியீர்ப்பு விசையின் விளைவுகளை நீக்கிவிட்டால் தொட்டியின் பக்கங்களில் இருந்து வரும் ஒளிக்கேற்பத் தம்மை செங்குத்தாக திசையமைத்துக்கொள்கின்றன. தொட்டியின் அடிப்புறத்தில் இருந்து ஒளிவருமாறு அமைத்திருந்ததால் மீன்கள் தங்கள் வயிற்றுப்புறம் மேலே இருக்கும்படியாக திசையமைத்துக்கொள்கின்றன. (நிக்கோ டின்பெர்ஜென் (Niko Tinbergen).

சார்பியக்கங்களின் வகைப்பாடு:-

கூடன் 1919 (Kuhn), முதலில் சார்பியக்கங்களை வகைப்படுத்தினார். பின்னர் ஃப்ரானென்கெல் மற்றும் குண் 1961 (Franenkal and Gunn) ஆகியோர் அந்த வகைபாட்டினை விரிவுபடுத்தினர்.

(1) காற்றுச் சார்பியக்கம் (அ) அனிமோ டாக்சிஸ் (Anemotaxis):-

திசையமைவு மற்றும் இடப்பெயர்ச்சி போன்ற செயல்பாடுகள் காற்றின்திசையுடன் தொடர்பு கொண்டிருத்தல் காற்றுச் சார்பியக்கம் எனப்படும்.

(2) வானியல் சார்பியக்கம் (அ) ஆஸ்ட்ரோடாக்சிஸ் (Astrotaxis):-

இதில் விண்வெளிக் கோள்களைக் கொண்டு திசையமைவு நடைபெறுகிறது. இது நட்சத்திரத் திசையமைவு (star orientation) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

(3) வேதியச்சார்பியக்கம் (chemotaxis):-

தனித்து இயங்கும் விலங்குகளில் வேதியத்தூண்டல் காரணமாக ஏற்படும் திசையமைவு வேதியச் சார்பியக்கம் எனப்படும். (எ.கா.) எஸ்சரிச்சியா கோலை (E-coli) என்னும் பாக்டீரியாக்கள் உள்ள வளர் ஊடகத்தில், குளுக்கோஸ் உள்ள ஒரு

நுண்ணாளிக்குழலை (capillary tube) வைத்தபோது பாக்டீரியாக்கள் குளுக்கோஸின் அருகில் திரண்டன.

நிலம் தூண்டும் சார்பியக்கம் (Geotaxis):-

இது புவியீர்ப்பு விசைக்கு, எதிர்வினையாகும் (எ.கா.) இரண்டு முனைகளும் மூடப்பட்ட ஒரு கண்ணாடிக் குழாயினுள் பழப்பூச்சிகளை (Drosophila) வைத்துச் செங்குத்தாக (vertical) நிறுத்தினால் பழப்பூச்சிகள் அனைத்தும் குழாயின் மேல் முனைக்குச் சென்றுவிட்டன. பிறகு அக்குழாயைத் தலைகீழாகத் திருப்பி வைத்தாலும் கூட மீண்டும் மேற்பகுதியை நோக்கியே பூச்சிகள் சென்றன.

சுற்றுச்சார்பியக்கம் (Klinotaxis):-

வரிசையாகக் கொடுக்கப்பட்ட தூண்டல்செறிவின் (Stimulus intensily) ஒப்புமையைத் திசையமைவிற்கான நோக்கீடாக எடுத்துக்கொண்டால் அது சுற்றுச்சார்பியக்கம் எனப்படும். (எ.கா) ஈக்களின் முட்டைப்புழுக்கள் (Maggots).

நினைவாற்றல் சார்பியக்கம் (Mnemotaxis):-

நீமோடாக்ஸிஸ் என்பது நினைவாற்றலை அடிப்படையாகக் கொண்ட திசையமைவாகும். நியோமிஸ் ஃபோடியன்ஸ் (Neomys fodiens) என்னும் நீர் மூஞ்சுறுவில் இவ்விதச் சார்பியக்கம் காணப்படுகிறது. நீர்மூஞ்சுறுகள் ஒவ்வொரு முறையும் வெளியே சென்றுவர ஒரே வழியை மட்டும் பயன்படுத்துகின்றன. அவ்வழியின் ஏதாவது ஒரு பகுதியை மாற்றியமைத்து அதன் நினைவக படமத்தில் (memory map) குழப்பம் ஏற்படுத்தினால் மூஞ்சுறுவானது தன் இயக்கத்தை நிறுத்திவிட்டு, சுற்றுப்புறத்தை ஆராய்ந்து ஏதாவது ஒரு சிறப்பு அடையாளத்தைக் கண்டுபிடிக்கும்வரை தான் வந்த வழியே திரும்பிச்சென்று பின்னர் தன் வழக்கமான வழியில் தொடர்ந்து சென்று, மாறிய வழியில் உள்ள தடைகளை வெல்ல முயற்சிக்கிறது. குழந்தைகள் செய்யுள் ஒப்பிக்கும்போது இடையில் ஏதாவது ஒரு வரியை மறந்துவிட்டால் மீண்டும் முதல் வரியிலிருந்து சொல்லுவதும் இவ்வகை சார்பியக்கத்தைச் சேர்ந்ததே.

அச்சச் சார்பியக்கம் (Phobotaxis):-

இது வெறுப்பு அல்லது அச்சம் தொடர்பான தூண்டல்களுக்கேற்ப நடைபெறும் திசையமைவாகும் (எ.கா) அதிக கார்பன்–டை–ஆக்ஸைடைக்கொண்ட நீரில் பாரமீசியம் நுழைந்த உடன் தன் இயக்கத்தை நிறுத்திவிட்டு பிறகு எதிர்த்

திசையில் திரும்பி மீண்டும் தன் இயக்கத்தைத் தொடர்கின்றது. இந்தச் சார்பியக்கமானது தூண்டல் மூலம் நடைபெறுவதில்லை. மாறாக முயற்சி மற்றும் பிழை (trial and error) முறையில் பாரமீசியமானது அபாயப் பகுதிகளைத் தவிர்க்கக் கற்றுக்கொள்கிறது.

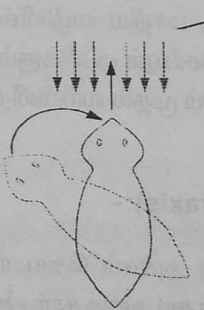
ஒளிச்சார்பியக்கம் (Phototaxis):-

ஒளிக்கேற்ப தம் இயக்கத்தினை திசைப்படுத்திக் கொள்ளுதல் ஒளிச் சார்பியக்கம் எனப்படும். ஒரு விலங்கின் இயக்கமானது ஒளியை நோக்கி நடைபெற்றால் அது நேர் மறை ஒளிச் சார்பியக்கம் என்றும் ஒளியினை விட்டு விலகிச் சென்றால் அது எதிர்மறை ஒளிச் சார்பியக்கம் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

மனிதர்கள் ஆழ்ந்த உறக்கத்தைப் பெற இருட்டான அறையை விரும்புகின்றனர். வீட்டு ஈக்களின் இளஉயிரிகள் கூட்டுப்புழுவாக உருமாற இருண்ட இடங்களை விரும்புகின்றன. இவை எதிர்மறை ஒளிச் சார்பியக்கங்களை ஆகும்.

உருண்டை மரப்பேன்களின் (pill wood louse) வாழ்க்கை சுழற்சியில் இரண்டு நிலைகள் உள்ளன. தேவையான அளவு உண்டபின் இப்பேன்கள் ஒளியைவிட்டு விலகிப் பாறையின் அடிப்பகுதி போன்ற ஒளிபுகா இடங்களில் மறைந்து கொண்டு (எதிர்மறை ஒளிசார்பியக்கம்) செயலற்ற நிலையில் இருக்கின்றன. உணவு தேவைப்படும் போது மரப்பேன்கள் வெளியே வந்து மீண்டும் ஒளியை நோக்கிச் செல்கின்றன. (நேர்மறை ஒளிச்சார்பியக்கம்).

திரும்புதகைமைச் சார்பியக்கம் (Tropotaxis):-



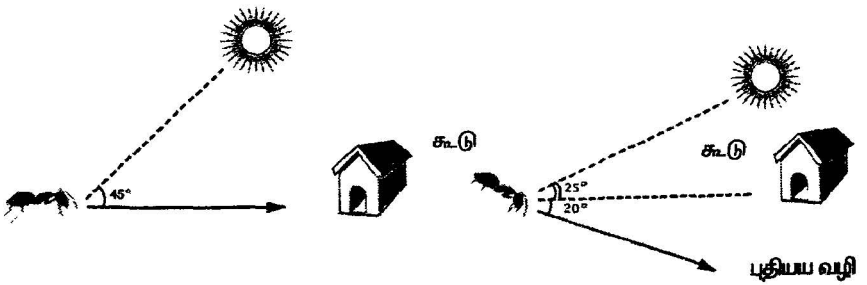
பிளனேரியாவின் திரும்புதகைமைச் சார்பியக்கம் (Tropotaxis)

ஒரே நேரத்தில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உணர்உறுப்புகளில் இருந்து தூண்டல்கள் பெறப்பட்டால் விலங்கானது அவற்றை ஒப்பிட்டு பிறகு அத்தூண்டலை நோக்கியோ அல்லது விலகியோ செல்கின்றன. பிளனோரியா, உணவைக் கொண்டுவரும் நீரோட்டத்திற்கு நேர்மறைச் சார்பியக்கத்தை மேற்கொள்கிறது. பிளனோரியாவானது நீரோட்டத்திற்கேற்றவாறு தன்னுடைய முக்கோணவடிவத் தலையின் இரண்டு பக்கங்களும் ஒரே நேரத்தில் சமஅளவு தூண்டல்கள் பெறும்படி தன்னைச் சரி செய்து கொண்டபின்னர் மேல்நோக்கி (upstream) நீந்துகின்றன.

தொலைவு சார்பியக்கம் (Telotaxis):-

ஒரு உணர்உறுப்பின் (பெரும்பாலும் கண்கள்) ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் சில தூண்டல்களை நிலைநிறுத்தும் திசைவாக்க இயக்கம் தொலைவு சார்பியக்கம் எனப்படும். ஓர் ஒட்டப்பந்தயத்தில் ஓடும் ஒட்டப்பந்தய வீரரின் பிம்பம் கண்ணின் விழித்திரையில் உள்ள ஃபோவியா சென்ட்ராலிஸ் (Fovea centralis) என்னும் பகுதியில் விழுகிறது. அப்போதிருந்து நாம் நமது கண்கள், தலை மற்றும் உடலை வீரரின் வேகத்திற்கேற்பத் திருப்பினாலும் கூட வீரரின் பிம்பமானது விழித்திரையில் அந்த குறிப்பிட்ட அமைவிடத்தில் (location) நிலையாக இருக்குமாறு நிலை நிறுத்தப்படுகிறது. பிம்பம் விழித்திரையில் நிலைநிறுத்தப்படுவது மட்டுமின்றி ஓட்டப்பந்தய வீரரின் இயக்கமும் மூளையால் உணரப்படுகிறது. கண்கள், தலை மற்றும் உடலில் அமைந்துள்ள இயக்க நரம்புகள் மூலம் இது சாத்தியமாகிறது. இவ்வாறு பல்வேறு இடங்களில் இருந்து வருகின்ற அனைத்துச் செய்திகளும் ஓர் இயக்கத்தின் தொடர் புலனுணர்வாக (Continuous perception of the movement) ஒருங்கிணைக்கப்படுகிறது.

நடப்புச் சார்பியக்கம் (அ) மீனோடாக்ஸிஸ் (Menotaxis):-



எறும்புகளில் காணப்படும் நடப்புச் சார்பியக்கம்

ஒரு நிலையான கோணத்தில் தன்னைத் திசையமைத்துக்கொண்டு ஒரு நிலையான திசையை நோக்கி வழி நடத்த உதவும் இயக்கம் நடப்புச் சார்பியக்கம் (கிரேக்க சொல் meno = I remain) எனப்படும். (எ.கா) சில பூச்சிகளின் ஒளியறிந்து நகர்தல் (light compass reaction) இதற்குச் சரியான எடுத்துக்காட்டாகும். லேசியஸ் நைஜர் (Lasius niger) என்னும் எறும்பு தங்கள் இருப்பிடத்திற்குத் திரும்புவதற்கு சூரியனின் நிலையைப் பயன்படுத்துகின்றன. இருப்பிடம் திரும்பும் எறும்புகளைச் சில மணிநேரங்கள் வரை இருண்ட பெட்டியினுள் அடைத்து வைத்து பின்னர் வெளியே விட்டபோது, முன்னர் சூரியனிலிருந்து எந்தக் கோணத்தில் அமைந்த பாதையில் சென்றனவோ அதே கோணத்தில் இப்போதும் சென்றன. இதனால் எறும்புகள் வழிமாறி புதிய பாதையில் சென்றன. மேற்கூறப்பட்ட வகைகளைத் தவிர கீழ்க்கண்ட சார்பியக்கங்களும் உள்ளன.

1. நீர்ச் சார்பியக்கம் (Hydrotaxis):- நீரின் தூண்டலுக்கேற்ப செயல்படுதல்.

2. வெப்பச் சார்பியக்கம் (Thermotaxis):- வெப்பத்தின் தூண்டலுக்கேற்ப செயல்படுதல்.

3 தொடு உணர் சார்பியக்கம் (Thigmotaxis):- தொடு உணர்தூண்டலுக்கேற்ப செயல்படுதல்.

4. மின்னோட்டச் சார்பியக்கம் (Galvanotaxis):- மின்புலத் தூண்டலுக்கு ஏற்பச் செயல்படுதல்.

5. நீரோட்டச் சார்பியக்கம் (Rheotaxis):- நீரோட்டத்திற்கேற்ப செயல்படுதல்.

6. நில காந்தச் சார்பியக்கம் (Geomagnetaxis):- பூமியின் மின்காந்தப் புலத்திற்கேற்பச் செயல்படுதல்.

திசையமைவு இயக்கங்களை அவற்றின் செயல்பாட்டிற்கேற்ப ஸ்கோன் 1965 (Schone) என்பவர் கீழ்க்கண்டவாறு வகைபாடு செய்துள்ளார்.

I. திசையமைவு:-

ஒரு விலங்கின் சாதாரண இருப்பு நிலையை (position) நிலைப்படுத்த புறத்தூண்டலானது குறியீடாக (reference) மட்டும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதைப்போன்ற புறத்தூண்டல்களை விலங்குகள் இலக்காக எடுத்துக்கொள்வதில்லை (எ.கா).

1. புவிஈர்ப்பு விசைக்கு எதிராக உடலின் இயல்பான நிலையை நிலைப்படுத்துதல்.

2. நீர்வாழ் விலங்குகளின் திசைவழிக் கட்டுப்பாடு (directional control)

3. ஒளி மற்றும் தொடு உணர்ச்சி.

4. ஒளி சம்பந்தப்பட்ட திசையமைவு

5. சூரிய ஒளியறிந்து தகவுறுதல்.

6. நிலக்குறி போன்ற சிறப்பு அடையாளத்தைக்கொண்டு திசைப்படுத்துதல்.

7. விண்வெளியிலும் நீரோட்டத்திலும் திசைப்படுத்துதல்.

II. அரைவட்டக்குல்லியங்கள் மற்றும் கண்கள் போன்ற உணர்உறுப்புகள் மூலம் தோரணை மற்றும் உடல் இயக்கங்களை நிலைப்படுத்துதல்.

III. பொருள்சார் திசையமைவு :- இதில் புறத்தூண்டல்கள் இலக்குகளாகக் கொள்ளப்படுகின்றன. (எ.கா) எதிரொலி வழி இடனறிதல், தொடு உணர்வு மூலம் இருப்பிடம் அறிதல் மற்றும் வேதிய திசையமைவு ஆகியவை.

திசையமைவு நடத்தையானது 6 வகையாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

1. இருப்பு நிலை திசையமைவு (Positional orientation).

2. பொருள் வழி திசையமைவு (Object orientation).

3. அடுக்கு திசையமைவு (Strato orientation).

4. மண்டல திசையமைவு (zonal orientation).

5. இடக்கிடப்பியல் திசையமைவு (Topographic orientation).

6. புவியியல் திசையமைவு (Geographic orientation).

1. இருப்பு நிலைத் திசையமைவு (Positional orientation).

பெரும்பாலான விலங்குகள் விண்வெளியில் இருப்பிட வழித் திசையமைவு மூலம் நிலைப்படுத்திக் கொள்கின்றன. இது புவியீர்ப்பு மற்றும் பற்றிடம் (substrate) ஆகியவற்றைக் குறியீடாகக் (reference) கொண்டு நடைபெறுகிறது. பெரிய

விலங்குகள் தங்கள் செங்குத்து நிலையை நிலைப்படுத்திக்கொள்கின்றன. சிறிய எடை குறைந்த விலங்குகள் புவியீர்ப்பு விசையை விட தம் பற்றிடத்தையே சார்ந்துள்ளன. (எ.கா) தலைப்பகுதியில் உள்ள உணர் உறுப்புகள் மற்றும் குடற்பகுதியில் உள்ள உணர்உறுப்புகள் ஆகியற்றின் மூலம் புறாக்கள் பறக்கும் போது தங்களை நிலைப்படுத்திக் கொள்கின்றன. வெட்டுக்கிளிகள், தட்டான்பூச்சிகள் (dragonfly), போன்றவை முதுகுப்புறஒளித் தகவுறுதல் (dorsal light orientation) உதவியால் பறக்கும்போது தங்களை நிலைப்படுத்திக்கொள்கின்றன. பூச்சியினங்களில் நிறுத்திகள் (halters) என்னும் சிறப்புத் தன்மை வாய்ந்த உறுப்புகள் உள்ளன. சிறு குச்சி போன்ற அமைப்புடைய நிறுத்திகள் ஊசலாடும் (oscillate) தன்மையுள்ளவை. இவ்வாறு ஊசலாடும் போது நிறுத்திகளின் அடிப்பகுதியில் உள்ள உணர் உறுப்புகள் மாற்றங்களை உணர்கின்றன. பெரிய நீர்வாழ்விலங்குகள் நீரில் தங்களை நிலைப்படுத்திக்கொள்ள ஒளிவரும் திசையை சார்ந்துள்ளன. பெரிய விலங்குகள் தங்கள் உடலின் நீளவாக்கு அச்சினைக் (longitudinal) கிடைமட்டத்திலும் (horizontal) டாஃப்னியா மற்றும் நாப்ளியஸ் லார்வாக்கள் போன்ற சிறு உயிரிகள் தங்கள் நீளவாக்கு அச்சினைச் செங்குத்தாகவும் வைத்துக்கொள்ள விரும்புகின்றன.

இருப்புநிலைத் திசையமைவின் பயன்கள்:-

1. நீந்துகின்ற விலங்குகள் நீரோட்டத்தினாலும் பறக்கும் விலங்குகள் காற்றின் வேகத்தாலும் இடம் பெயர்ந்து விடாமல் தடுக்கின்றது.

2. பற்றிடத்தின் மேல் இடப்பெயர்ச்சி உறுப்புகள் சரியாக அமர உதவுகிறது.

3. நீர்வாழ் விலங்குகளின் முதுகுப்புறம் அடர்ந்த நிறத்திலும் வயிற்றுப்புறம் வெளிர் நிறத்திலும் இருப்பது ஒரு வகைத் தகவமைப்பாகும். மேலே இருந்து பார்க்கும்போது முதுகுப்புறம் நீர்நிலையின் அடிப்புறப் பின்புலத்துடன் ஒத்துப்போவதும் கீழே இருந்து பார்க்கும் போது மேற்புறப் பின்புலத்துடன் ஒத்துப்போவதும் எதிரிகளிடம் இருந்து தப்பிக்கப் பயன்படுகிறது.

(2) பொருள் வழித் திசையமைவு:-

வளமை ஆதாரங்களைக் (resources) கண்டுபிடித்து அணுகுதலும் தகைப்பு ஆதாரங்களைத் (stress sources) தவிர்த்தலும் பொருள் வழி திசையமைவு ஆகும். பொருள் வழி திசையமைவு இரண்டு நிலைகளில்

நடைபெறுகிறது. அவையாவன 1.தேடல் (search) 2. அணுகுதல் (approach). ஆரம்பத்தில் அகன்ற பரப்புகளில் தேடுதல் தொடங்குகிறது. இத்தேடல் பொதுவாக நேரானதாகவும் அவ்வப்போது ஒன்றிரண்டு திரும்புதல்கள் (turns) கொண்டதாகவும் இருக்கும். ஏதேனும் மூல ஆதாரங்கள் (source) கண்டுபிடிக்கப்பட்டால் தேடுதல் சிறிய பரப்புக்குள் நடத்தப்படும். இது உள்ளிடத் தேடல் (local search) எனப்படும். இது பெரும்பாலும் நேரான சிறு இயக்கங்களை உடைய திரும்புதல்கள் கொண்டதாகவும் இருக்கும். உள்ளிடத்தேடல் மூலம் ஏதேனும் வளமை ஆதாரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டால் அடுத்ததாக அதை அணுகுதல் நடைபெறும். மாறாகத் தகைப்பு ஆதாரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டால் அவை தவிர்க்கப்படும்.

3. அடுக்கு திசையமைவு (Strato orientation).

ஒரு வாழிடத்தின் செங்குத்து அடுக்குகளின் குறுக்காக இயக்கம் நடைபெற்றால் அது அடுக்குத் திசையமைவு எனப்படும். சிறு உயிரிகளுக்குச் செங்குத்து இயக்கம் மிகவும் முக்கியமானது. ஏனெனில் சிறு உயிரிகள் குறைந்த எடையுடன் இருக்கின்றன. அவற்றால் வேகமாக இயங்க இயலாது. நீரின் இயற்பியல் காரணிகளைச் சமாளித்து நீண்ட தூரம் கிடைமட்டமாக நீந்துவது கடினம். ஆகவே செங்குத்தாக நீந்துவது சிறு உயிரிகளுக்குச் சுலபம். (எ.கா) அடுக்குத் திசையமைவுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு விலங்கு மிதவைஉயிரிகளின் செங்குத்துப் பெயர்ச்சியாகும். ஒவ்வொரு நாளும் ஆயிரக்கணக்கான விலங்கு மிதவைஉயிரிகள் இரவு நேரங்களில் நீரின் மேற்பரப்புக்கு வருகின்றன. பகல் நேரங்களில் நீரின் அடிப்புறத்துக்குச் சென்றுவிடுகின்றன. இந்த இயக்கம் ஒளியின் செறிவினாலும் புவியீர்ப்பினாலும் நடத்தப்படுகின்றது. விலங்குகளின் உயிரியல் கடிகாரமும் இதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றது. பகல் நேரங்களில் இவ்வுயிரிகள் எதிரிகளிடம் இருந்து தப்பித்துக்கொள்ளுவதும் இரவு நேரங்களில் நீரின் மேற்பரப்பில் உள்ள உணவைப் பயன்படுத்திக் கொள்வதும் இந்தத் திசையமைவின் முக்கிய நன்மையாகும்.

மண்டலத் திசையமைவு (zonal orientation)

தரைமட்டத்தில் காணப்படும் வேறுபாடுகளும் காடுகளின் அளவும் மண்டலத் திசையமைவை ஏற்படுத்துகின்றன. (எ.கா) டோனாக்ஸ் (Donax) என்னும் மட்டி கனிம உணவுப்பொருட்கள் அதிகம் கிடைக்கின்ற அலை ஆதிக்கம் உள்ள இடங்களில் வாழ்கின்றன. அலை ஓதமானது இந்த வாழிடத்தை முன்னும் பின்னும் இடம் பெயர்க்கின்றன. அதாவது மிகை அலை ஓதத்தின்போது (high tide)

முன்புறத்தை நோக்கியும் குறை அலை ஒதத்தின்போது பின்புறமாகவும் வாழிடத்தை இடம் பெயர்கின்றது. குறை ஒதத்தின் போது அப்பகுதியில் தன்னை நிலைநிறுத்திக் கொள்ள விரும்பும் மட்டியானது மணலில் இருந்து வெளியே வந்து வெளியேறும் அலை ஒத நீருடன் சென்று உணவு கிடைக்கும் சரியான இடத்தில் மீண்டும் குழி தோண்டி வாழ்கிறது. மிகை அலை ஒதத்தின் போது மேலேறும் நீருடன் வந்து அங்கே குழிதோண்டி வாழ்கின்றது. மண்டலத் திசையமைவு தகைப்பு மூலாதாரங்களைத் தவிர்க்கப்பயன்படுகிறது. எதிரியைக் காணுகின்ற தவளை நீருக்குள் குதிப்பதும், எலி வளைக்குள் பாய்ந்து விடுவதும் இதன் எடுத்துக் காட்டுகள் ஆகும்.

இடக்கிடப்பியல் திசையமைவு (Topographic orientation)

ஒரு விலங்கானது தான் புறப்பட்ட இடத்தை மீண்டும் கண்டறிதல் ஒருவகை இடக்கிடப்பியல் திசையமைவாகும். இதில் தொலைவுத் திசையமைவு (distance orientation), திசைத் திசையமைவு (directional orientation), சிறப்பு அடையாளங்கள் மூலம் திசையமைவு மற்றும் கற்றுக்கொண்ட விஷயங்கள் போன்ற ஆக்கக் கூறுகள் உள்ளடங்கியுள்ளன. சில விலங்குகள் தாங்கள் மேற்கொள்ளவிருக்கும் பயணத்தின் தூரத்தைத் தெரிந்துவைத்திருக்கின்றன. அந்த தூரத்தைக் கடந்ததும் 180° திரும்பி மீண்டும் அதே அளவு தூரம் பயணிக்கின்றன. தேனீக்கள் தாங்கள் மேற்கொண்ட பயணத்திற்குச் செலவிடப்பட்ட ஆற்றலின் அளவைக் கொண்டு தூரத்தின் அளவைக் கணக்கிடுகின்றன. மேலும் திசைகாட்டி மற்றும் சிறப்பு அடையாளங்கள் போன்றவற்றைக் கொண்டும் தங்கள் வழியைக் கண்டுபிடிக்கின்றன.

புவியியல் திசையமைவு

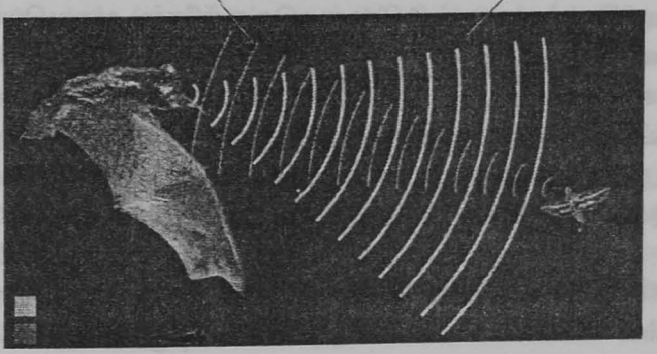
நீண்ட தூரம் பயணம் செய்யும் விலங்குகளுக்குப் புவியியல் திசையமைவு தேவை. வலசை போதல் என்று அழைக்கப்படும் இந்த இயக்கங்கள் பருவகால மாறுதலுடன் தொடர்புடையவை. பறவைகள், வவ்வால்கள், மீன்கள், பூச்சியினங்கள், கடலாமைகள் மற்றும் திமிங்கிலங்கள் போன்றவற்றில் இவ்வகைத் திசையமைவு காணப்படுகின்றது. சிஸ்டோசெர்கா கிரிகேரியா (Schistocerca *gregaria*) மற்றும் லோகஸ்டா மைக்ரட்டோரியா (Lousta *migratoria*) போன்ற வெட்டுக்கிளிகள் பெருங்கூட்டமாகத் (swarm) திரண்டு காற்றோட்டத்துடன் சேர்ந்து நெடுந்தொலைவு வரை பரவுகின்றன.

இவ்வகைத் திசையமைவுகளைத் தவிர மேலும் இரண்டு முக்கியமான திசையமைவுகள் உள்ளன. 1. எதிரொலிவழி இடனறிதல் (Echolocation) 2. தேனீக்களின் மொழி.

1. எதிரொலிவழி இடனறிதல்,

2. தேனீக்களின் மொழி.

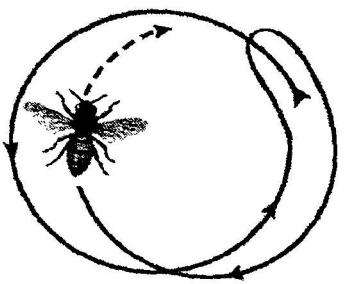
எதிரொலிவழி இடனறிதல் (Echolocation):-



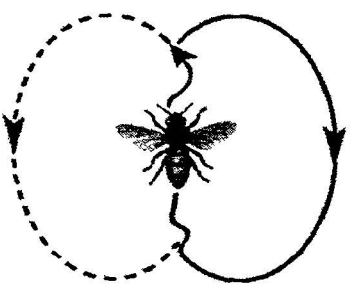
லாஸ்ரோ ஸ்பாலன்ஸானி (Lazzro Spallanzani) என்பவர் வவ்வால்களில் நடத்திய பரிசோதனையில், வவ்வால்களின் கண்களை மறைத்த பின்னரும் கூட அவை தடைகளைத் தவிர்த்துவிட்டு சரியாக பறந்ததைக் கண்டார். எனவே அவர் வவ்வால்களின் தொடுஉணர் உறுப்புகள், வாசனை உணர் உறுப்புகள் மற்றும் சுவையுணர் உறுப்புகள் ஆகியவற்றை அகற்றி பரிசோதனை செய்தார். எனினும் அவரால் இருட்டில் வவ்வால்கள் எவ்வாறு பார்க்கின்றன என்பதைக் கண்டுபிடிக்க இயலவில்லை. கடைசியாகப் பல அறிவியலாளர்களின் பல வருட உழைப்பிற்குப் பிறகு இதில் ஒலியுணர்தல் (hearing) மிக முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றது என்பதை அறிந்தனர். பெரும்பாலான வவ்வால்கள் இரவியங்கு உயிரிகள் என்பதால் குறைந்த ஒளியில் பார்வைத்திறன் அவற்றிற்கு முக்கியமல்ல. எனவே எதிரொலிவழி இடனறிதல் (Echolocation) என்னும் சிறப்புத் தன்மை வாய்ந்த நடத்தை மூலம் தாம் பயணம் செய்யும் வழியில் உள்ள தடைகளைத் தவிர்த்து விட்டுப் பறக்கின்றன. எதிரொலிவழி இடனறிதலில் வவ்வால்கள் உயர் அதிர்வெண் (high frequency)

ஒலி அலைகளை அல்லது மீயொலிகளை (ultrasound) வெளியிடுகின்றன. இவ்வொலியின் எதிரொலியை உணர்ந்து பிரித்தறியும் திறன் வவ்வால்களுக்கு இருக்கின்றன. வவ்வால்கள் வெளியிடும் மீயொலியின் குறைந்த அலைநீளமானது (Short wavelength) சிறு பொருட்களில் பட்டுச் சுலபமாக எதிரொலிக்கின்றன. வவ்வால்கள் இந்த எதிரொலியைப் பயன்படுத்தித் தன்வழியில் உள்ள தடைகளை இரண்டு வழிகளில் அறிந்து கொள்கிறது. எதிரொலி திரும்ப வந்து சேர எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தையும், எதிரொலியின் அதிர்வெண்ணில் ஏற்படுகின்ற மாற்றத்தையும் வவ்வால்கள் உணர்கின்றன. வெஸ்பர்டிலியோனிட் (Vespertilionid) என்னும் வவ்வால்கள் மீயொலிகளைக் குறுகிய ஒலித்துடிப்புகளில் அனுப்புகின்றன. ஒவ்வொரு துடிப்பும் மில்லி வினாடிகளில் நடைபெறும். இதன் ஒலிப்பட்டையின் அகலம் 40 KHZ முதல் 80 KHZ வரையாகும். (1Hz= ஒரு வினாடியில் நடைபெறும் ஒரு சுழற்சி) செயல்பாடுகளுக்கேற்ப அவை வெளியிடும் ஒலியின் அளவும் வேறுபடுகின்றது. சாதாரணமாகப் பறக்கும்போது ஒலித்துடிப்பு (sound pulse) பெரியதாகவும் ஒலிப்பட்டை (Sound band) அகலமாகவும் இருக்கும். வேட்டையாடச் செல்லும் போது ஒலித்துடிப்பு சிறியதாகவும் நிகழ்வெண் (Frequency) அதிகமாகவும் ஒலிப்பட்டை குறுகியதாகவும் இருக்கும். வவ்வால்கள் ஒலி ஆதாரத்தை நெருங்கும் போதோ அல்லது விலகிச்செல்லும் போதோ மீயொலியில் ஏற்படும் அதிர்வெண் மாற்றத்தினைப் (டாப்ளர் விளைவு) பயன்படுத்துகின்றன. வவ்வால்களின் மீயொலியின் அளவு 20 – 100 KHZ. 0.1 மி.மீ அளவுள்ள கம்பியைக் கூட சரியாகக் கணித்து விலகிச் செல்லும் அபாரத்திறன் வவ்வால்களுக்கு உள்ளது. மீயொலியானது வவ்வால்களின் வாய், மூக்கு ஆகியவற்றால் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. மீயொலிகளின் எதிரொலியைப் பிரித்து உணரும் திறனை வவ்வால்களின் செவிமண்டலம் பெற்றுள்ளது.

தேனீக்களின் மொழி (Languages of honey bees):-

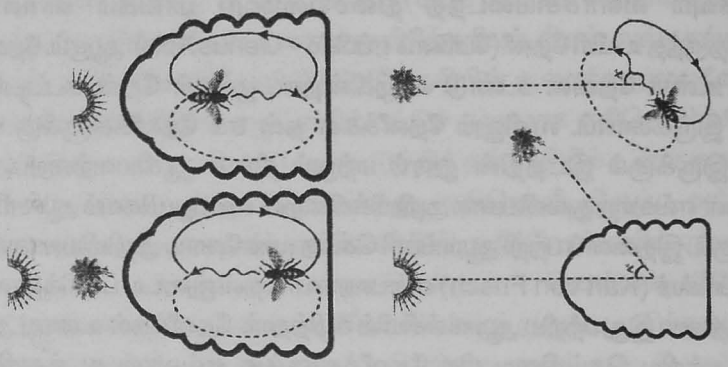


வட்ட நடனம்



வாலாட்டி நடனம்

மிகவும் வளர்ச்சியடைந்த திசையமைவுப் பாங்கம் காணப்படும் குறிப்பிடத்தகுந்த உயிரி தேனீ (பேரினம் ஏப்பிஸ் – Genus Apis) ஆகும். தேனீக்கள் பூக்களில் உள்ள தேனை உண்டு வாழ்கின்றன. பூக்கள் தேன் கூட்டிலிருந்து தூரத்தில் இருக்கலாம். எனினும் தேனீக்கள் தன் சக தேனீக்களுக்கு உணவு ஆதாரம் இருக்கும் இடத்தின் தூரம் மற்றும் திசை ஆகியவற்றைப் பற்றிய செய்திகளை எவ்வாறு துல்லியமாக அறிவிக்கின்றன என்பது மிகவும் ஆச்சரியமான விஷயமாகும். இதனைப் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்த முன்னோடி அறிவியலாளர் கார்ல் வோன் ஃப்ரிஸ்ச் (Karl von Frisch) என்பவராவார். தன்னுடைய பணிக்காலத்தின் பெரும்பகுதியை இது பற்றிய ஆராய்ச்சியில் கழித்தார். தேனீக்கள் உணவு ஆதாரம் இருப்பது பற்றிய செய்தியை பிற தேனீக்களுக்கு எவ்வாறு கடத்துகின்றன என்பதைக் கீழ்க்கண்ட பரிசோதனை மூலம் உறுதி செய்யலாம். ஒரு கிண்ணத்தில் சர்க்கரை நீரைத் தேன் கூட்டுக்கு அருகில் வைத்திருந்தால் சிறிது நேரம் வரை தேனீக்கள் எதுவும் வருவதில்லை. பின்னர் ஏதேனும் ஒரு தேனீ கிண்ணத்தைக் கண்டுவிட்டால், சீக்கிரத்திலேயே மேலும் பல தேனீக்கள் கிண்ணத்தை நாடி வருகின்றன. முதல் தேனீயானது ஏதோ ஒரு முறையில் மற்ற தேனீக்களுக்குச் செய்தியைக் கடத்தியிருப்பது இதன் மூலம் உறுதியாகின்றது. வோன் ஃப்ரிஸ்ச் நடத்திய பரிசோதனையில் ஒரு கண்ணாடிப் பெட்டியில் தேன் கூட்டினை வைத்து தேனீக்களைச் கண்காணித்தார். தேனீக்களுக்கு நிறக் குறிகளையும் இட்டார். முடிவில் ஒரு தேனீ கூட்டிற்கு அருகில் ஒரு உணவு ஆதாரத்தைக் கண்டுபிடித்தால் மற்ற தேனீக்களுக்கு இச்செய்தியை ஒரு விதச் சிறப்பு நடனமாகிய வட்ட நடனம் அல்லது சுற்றியக்க நடனம் (Round dance) மூலம் தெரிவிக்கின்றது. தேனீயானது தேன் கூட்டின் முன் வலப்புறமும் இடப்புறமும் மாறிமாறி வட்டமாகச் சுழல்கிறது. சிறிது நேரம் கடந்ததும், மற்ற தேனீக்கள் இந்தத் தேனீயைப் பின் தொடர்கின்றன. பிறகு உணவைத் தேடிப்பறந்து சென்று மறுபடியும் கூட்டிற்குத் திரும்பும் போது இந்தத் தேனீக்களும் வட்ட நடனத்தை ஆடுகின்றன. மேலும் முதல் தேனீயானது தான் தேன் சேகரித்த பூவின் வாசனையையும் தன்னுடன் கொண்டு வருகின்றது. மற்ற தேனீக்களும் இதே வாசனை உள்ள பூக்களைத் தேடுகின்றன. உணவு ஆதாரத்தின் செழுமைக்கும் நடனத்தின் கால அளவு (Duration) மற்றும் வேகத்திற்கும் இடையே தொடர்பு உண்டு. செழுமையான உணவு என்றால் நடனத்தின் கால அளவும் வேகமும் அதிகமாகக் காணப்படும். இதனைக் காணும் மற்ற தேனீக்கள் அதிக அளவில் கவரப்பட்டு உணவு ஆதாரத்தை நோக்கி அதிக எண்ணிக்கையில் பறக்கின்றன. பெரும் எண்ணிக்கையிலான தேனீக்கள் உணவு ஆதாரமாகிய தேனைத் தீர்த்த உடன் நடனத்தின் வேகம் படிப்படியாகக் குறைந்து கடைசியில் நின்றுவிடுகின்றது. இதன் மூலம் இந்த குறிப்பிட்ட உணவு ஆதாரம் தீர்ந்து விட்டதை உணர்த்தியபின் புதிய ஆதாரத்தைத் தேடித் தேனீக்கள் பறக்கின்றன.



உணவு ஆதாரம் இருக்கும் இடத்தை சூரியனின் திசையை வைத்து வாலாட்டி நடனம் மூலம் பிற தேனீக்களுக்கு உணர்த்துதல்

உணவு ஆதாரம் தேன் கூட்டில் இருந்து 250 அடிக்கும் அப்பால் இருந்தால் வட்ட நடனத்திற்கு பதிலாக வாலசைவு நடனம் (Tail wagging dance) என்னும் புதிய நடனத்தை ஆடுகின்றன. இவ்வகை நடனத்தில் தேனீக்கள் கொஞ்சதூரம் வரை நேராகப் ஓடிப் பறந்து பின்னர் தம் வயிற்றுப்பகுதியை இரண்டு பக்கமும் அசைக்கின்றன. பிறகு அரைவட்டமடித்து மீண்டும் தாம் தொடங்கிய இடத்திற்கே வந்து மீண்டும் நேராக ஓடிப் பறந்து வாலை இரண்டு பக்கமும் அசைத்தபின் எதிர்ப்பக்கத்தில் அரைவட்டமடித்து பறந்து மறுபடியும் தாம் தொடங்கிய இடத்திற்கே வருகின்றன. இந்த வகை நடனம் பலமுறை நடைபெறுகிறது. நடனத்தின் வேகமானது உணவு ஆதாரம் கூட்டில் இருந்து எவ்வளவு தூரத்தில் உள்ளது என்பதை தெரியப்படுத்துகிறது. தூரம் அதிகம் என்றால் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நேரத்திற்குள் தேனீக்கள் ஆடும் நடனத்தின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. (எ.கா) 1000 அடி தூரத்தில் உணவு ஆதாரம் உள்ளது என்றால் தேனீக்கள் 30 வினாடிகளில் 15 ஒட்டங்களை முடிக்கின்றன. ஆனால் 2000 அடி தூரத்தில் உணவு ஆதாரம் இருக்கிறதென்றால் 30 வினாடிகளில் 11 ஒட்டங்கள் மட்டுமே முடிக்கின்றன. இந்த நடனத்தைக் காணும் மற்ற தேனீக்கள் உணவு ஆதாரம் இருக்கும் தூரத்தை மட்டுமின்றித் திசையையும் அறிந்து கொள்கின்றன. இதில் சூரியனை அடையாளமாகக் கொண்டு உணவு இருக்கும் திசையானது தெரிவிக்கப்படுகிறது. தேனீ உணவு தேடும்போது சூரியனின் நிலையை மனதில் நிறுத்திக் கொள்கின்றது.

பிறகு கூட்டிற்குத் திரும்பி வந்து நடனமாடும் போது முன்னர் சூரியனுக்கும் உணவுக்கும் இடையே கூட்டிலிருந்து என்ன கோணம் இருந்ததோ அதே கோணமும் திசையும் உணவு ஆதாரத்திற்கும் தன் நடனத்தின் நேர்த்திசைக்கும் இடையே இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்கிறது. பெரும்பாலான நேரங்களில் கூட்டின் முகப்பிற்கு (vertical face) முன் இது நடைபெறுகிறது. இதில் கூட்டின் செங்குத்து முகப்பிற்கும் நடனத்தின் நேர்திசைக்கும் இடையே உள்ள கோணமானது உணவு ஆதாரத்தைச் சுட்டும்படி அமைந்துள்ளது. உணவு ஆதாரம் சூரியனுக்கு நேர்க் கோட்டில் இருந்தால் தேனீயின் வாலசைவு நடன ஓட்டம் கூட்டின் முகப்பை நோக்கி நடைபெறும் உணவு ஆதாரம் சூரியனின் எதிர்த்திசையில் இருந்தால் நடனஓட்டம் கூட்டின் முகப்பிற்கு கீழ்நோக்கி நடைபெறும். ஆனால் உணவு ஆதாரம் சூரியனின் வலது புறத்தில் 30° கோணத்தில் இருந்தால் நடன ஓட்டத்தின் நேரத்திசையும் கூட்டின் செங்குத்து கோட்டின் வலது புறத்தில் 30° கோணத்தில் இருக்கும்.

அசைப்பியக்கம் (கைனசிஸ் –Kinesis):-

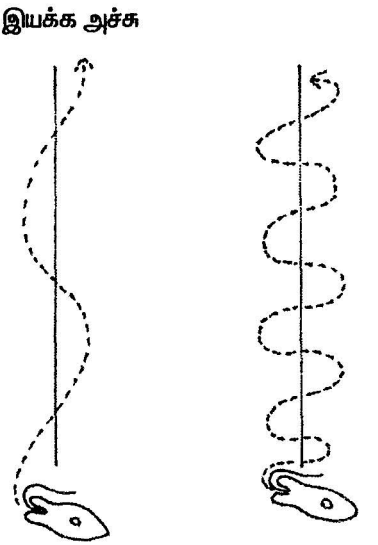
இடஞ்சார் திசையமைவின் எளிமையான வடிவமே அசைப்பியக்கம் எனப்படும். இவ்வகைத் திசையமையமைவு பயிற்சியினால் அல்லது கற்றுக்கொள்வதாலோ வருவதல்ல. கொடுக்கப்படும் தூண்டலின் செறிவுக்கேற்ப விலங்கின் எதிர்வினை நடைபெறுகிறது. அசைப்பியக்கம் இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

அசைப்பியக்கத்தின் வகைப்பாடு

சார்பற்ற நேர் இயக்கம் (orthokinesis):-

இதில் விலங்குகளின் இடப்பெயர்ச்சி வேகத்திற்கும் தூண்டலின் செறிவுக்கும் நேரடியாகத் தொடர்புகள் காணப்படுகின்றன. (எ.கா) அம்மோசீட் லார்வாவின் நீந்தும் இயக்கம் ஒளிச்செறிவிற்கேற்ப (light intensity) மாறுபடுகின்றது. இந்த லார்வாக்கள் ஏரிகள் மற்றும் குளங்கள் போன்ற நீர்நிலைகளின் அடியில் தம் தலைப்பகுதி பின்புறம் இருக்கும்படி புதைந்து காணப்படும். ஒளிச்செறிவு அதிகரிக்கும்போது தம் தலைப்பகுதியை பின்புறத்தை நோக்கிவைத்துக்கொண்டு வேகமாக நீந்துகின்றன. இதனால் ஒளியில் இருந்து வேகமாக விலகி மீண்டும் புதைந்து கொள்கின்றன.

சுற்றுச்சார்பு அசைப்பியக்கம் (klinokinesis):-



சுற்றுச்சார்பு அசைவியக்கம்

வெளிப்புறத் தூண்டல்களால் திரும்புதல் இயக்கம் பாதிக்கப்படும்போது உருவாகும் மறுவினையே சுற்றுச்சார்பு அசைவியக்கம் எனப்படும். எ.கா. பொதுவாக ஈரமான இடங்களில் வாழும் டென்ட்ரோசீலம் லாக்டியம் (Dendrococlum lacteum) என்னும் தட்டைப்புழு இருண்ட இடங்களையே விரும்பும் தன்மையுடையது. குறைந்த ஒளியில் இவற்றை வைக்கும்போது எப்போதவது மட்டுமே திரும்புகின்றன. ஒளிச்செறிவு அதிகரிக்கும் போது தட்டைப்புழுவின் திரும்பும் எண்ணிக்கையும் அதிகரிக்கிறது. இதனால் விலங்கு தனக்கு உகந்த வெளிச்சம் குறைந்த பகுதியைக் கண்டறிய ஏதுவாகிறது.

புரோட்டோசோவன்கள் பொதுவாக தக்கைக்திருகு (cork screw) முறையில் நீந்துகின்றன. உகந்த அமைவிடம் (location) கிடைக்கும்போது இயக்கக்கோட்டின் அச்சில் இருந்து விலகுதல் அதிகரித்து அந்த அமைவிடத்தில் நீண்ட நேரம் விலங்கு தங்கி இருக்கும்படிச் செய்கிறது. இது கிரஸ்டேஷியன்களிலும் மேயும் பாலூட்டிகளிலும் காணப்படுகிறது.

அத்தியாயம் – 4

வன்னடத்தை
(Aggressive behaviour)

முன்னுரை:-

வன்னடத்தை என்பது பெரும்பாலும் பெருந்துன்பத்தின் ஒரு பகுதியாக நிகழ்வதாகும். இதில் தனி உயிரிகளுக்கிடையேயான பிரச்சினைகளின் தீர்வுக்கான அனைத்து செயல்பாடுகளும் அடங்கும். ஒரே இனத்தைச்சேர்ந்த உயிரிகளுக்கிடையே அல்லது வெவ்வேறு இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளுக்கிடையே ஏற்படும் பூசல்களைத் தீர்க்க வன்னடத்தைப் பயன்படுகிறது. இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உயிரிகளிடையே உணவு, நீர், உறைவிடம் (ஆட்சிஎல்லைப்பகுதி) முட்டையிடும் இடங்கள், கூடுகட்டும் மரக்கிளைகள் மற்றும் இணை போன்றவற்றிற்காக போட்டி ஏற்படும்போது பிணக்குகள் தோன்றுகின்றன.

முகபாவனை, துரத்துதல், கைப்பற்றுதல், இழுத்தல், தள்ளுதல், மோதுதல் மற்றும் கடைசியாக சண்டையிடுதல் மற்றும் கடித்தல் போன்ற அனைத்தும் வன்னடத்தையின் பல்வேறு வடிவங்கள் ஆகும். இது இனத்திற்கு இனம் மாறுபட்டாலும் அவற்றின் பணி ஏறக்குறைய ஒன்றுதான். வன்னடத்தை நான்கு ஆக்கக்கூறுகளால் ஆனது. அவை. 1. துன்பம் (அச்சுறுத்தல்), 2. பிணக்கு (சண்டை), 3. அமைதியாக்கம் (சரணடைதல்), 4. தப்பித்தல் ஆகியவையாகும். வன்னடத்தையானது விலங்குகளின் நரம்பு மண்டலம் மற்றும் நாளமில்லாச் சுரப்பி மண்டலம் ஆகியவற்றின் கூட்டு மறுவினைகளால் ஆனது. இது தகைப்பு (stress) ஏற்படும் சமயங்களில் செயல்படுமாறு திட்ட நிரல் (programmed) செய்யப்பட்டுள்ளது.

வன்னடத்தையின் மீது அகத்தூண்டல் மற்றும் புறத்தூண்டல்கள், பசி, தாகம், வலி, இனப்பெருக்கம், சமுதாயச் சந்தர்ப்ப சூழ்நிலைகள், மரபியல் காரணிகள், கற்றல் செயல்பாடுகள் மற்றும் ஏமாற்றம் போன்றவை தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன.

வன்னடத்தையின் வகைகள்:-

1. அயற்பால் அச்சம் (Xenophobia) – அன்னியர்கள் மீதான வன்னடத்தை:-

ஒரு விலங்கானது மற்றொரு அந்நிய விலங்கைக் குறிப்பாகத் தன்னுடைய ஆட்சிஎல்லைப்பகுதியில் நுழையும் விலங்கை கண்டதும் எழும் வன்னடத்தை உணர்வு வன்னடத்தையைத் தூண்டுகிறது. சமுதாய அமைப்பு கொண்ட அனைத்து உயர்விலங்குகளிலும் இது உள்ளது. தம் ஆட்சிஎல்லைப் பகுதியில் நுழையும் அந்நிய விலங்கைப் பெரும்பாலான விலங்கினங்கள் விரட்டியடிக்கின்றன.

2. அண்மை வன்னடத்தை (proximate aggression) (அ) கூட்டத்திரள் வன்னடத்தை (Crowding):-

விலங்குகள் திரளாக இருக்கும்போது ஒன்றுக்கொன்று மிக அருகாமையில் இருப்பதால் அவற்றிற்கிடையே பல எதிர்ப்புகளும் வன்னடத்தையும் ஏற்படுகின்றன. ஏனெனில் விலங்குகளுக்குக் இடப்பற்றாக்குறை ஏற்படுவதின் விளைவாக எதிர்ப்புகள் அதிகரிக்கின்றன. சாதாரணமாக ஒரு அன்னிய விலங்கு ஒரு விலங்குக் கூட்டத்தில் நுழையும் போது அக்கூட்டத்தில் மேலும் இட நெரிசல் ஏற்படும் என்பதால் புதிய விலங்கின் மீது அங்குள்ள விலங்குகள் போதுமான அளவு வன்னடத்தையை வெளிப்படுத்துகின்றன.

3. உறைவிடம் அல்லது ஆட்சிஎல்லைப்பகுதி வன்னடத்தை:-

ஆண் விலங்குகள் தன்பகுதிக்குள் நுழையும் பிற விலங்குகளை தன் ஆட்சிஎல்லைப்பகுதிக்குள் நுழையக் கூடாதெனச் சைகை மூலம் எச்சரிப்பதை சாதாரணமாகக் காணலாம். ஆண் விலங்குகள் தன் ஆட்சிஎல்லைக்குள் நுழையும் பெண் விலங்குகளை ஏற்றுக்கொள்கின்றன. காரணம் பெண் விலங்குகள் அடிபணியும் தோரணையை மேற்கொள்கின்றன. ஒரு எறும்புக் கூட்டத்தில் நுழைந்துவிட்ட புதிய எறும்பைக் கண்டதும் ஃபெரமோன்கள் மூலம் எறும்புகள் அனுப்பிய செய்தியை உணர்ந்து அக்கூட்டத்தில் உள்ள போர்வீரர் எறும்புகள் புதிய எறும்பினை சூழ்ந்துவிடுகின்றன. குரங்குகள் தம் சமுதாயத்தினுள் நுழைந்துவிட்ட புதிய குரங்கினைக் கண்டதும் வன்னடத்தை அறிகுறிகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. பொதுவாக ஆண் சிங்கங்கள் மெதுவாகவும் அமைதியாகவும் செல்லக் கூடியவை. எனினும் சிங்கக்கூட்டத்தில் உள்ள முதிர்ந்த சிங்கங்கள் புதிய சிங்கத்தைக் கண்டதும் கர்ஜனை செய்கின்றன.

4. பருவநிலை மாறுபாடுகள் அல்லது இனப்பெருக்க வன்னடத்தை:-

ஆண் விலங்குகள் எதிரி ஆண் விலங்கைப் பயமுறுத்துகின்றன அல்லது தாக்குகின்றன. ஆண் ஹமத்ராயா பபூன்கள் (Hamadraya *baboon*) இனப்பெருக்கத்திற்காகப் பெண் விலங்குகளைப் பயமுறுத்தி தம்மிடத்திற்குக் கொண்டுவருகின்றன. நேரடியாகச் சண்டையில் ஈடுபடாமல் பயமுறுத்துதல் அல்லது தன் வலிமையை வெளிக்காட்டுதல் விலங்குகளுக்கு நல்லது. ஏனெனில் சண்டையிடும் போது இரத்தக் காயங்கள், நோய்த்தொற்றுகள், கால்களில் எலும்பு முறிவுகள் ஏற்படுதல், பற்கள் உடைதல் மற்றும் மரணம் போன்றவை ஏற்பட வாய்ப்புகள் அதிகம். மான்கள் கொம்புகளையும், புலி உறுமி கோரைப் பற்களைக் காட்டுதலும், நாய் குரைத்துத் தன் பற்கள் அனைத்தையும் காட்டுதலும் தன் வலிமையை வெளிப்படுத்துவதாகும். விலங்குகள் தம் வெளிப்பாட்டு நடத்தையைக் காட்டும்போது ஒன்றையொன்று பார்க்கும் விலங்குகள் எது வலிமை குறைந்த விலங்கு என்று தீர்மானிக்கின்றன. வலிமை குறைந்த விலங்கு களத்தை விட்டு வெளியேறிவிடுகிறது. பொதுவாக விலங்குகளின் வன்னடத்தை இனப்பெருக்கக் காலத்தில் உச்சத்தை அடைகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, புலிகள் இனப்பெருக்கக் காலத்திலும், கலைமான்கள் குட்டி ஈனுவதற்கு முன்னரும் பின்னரும் வன்னடத்தையை மேற்கொள்கின்றன. கடல்நாய்கள், கடற்பசுக்கள், யானைகள், மான்கள், மறிமான்கள் மற்றும் பெரும்பாலான மனிதரல்லா பிரைமேட்டுகள் போன்றவை இனப்பெருக்கக்காலத்தில் வன்னடத்தையை மேற்கொள்கின்றன.

5. முன் அனுபவம் அல்லது வலியும் வன்னடத்தையும்:-

வலியேற்படும் போது விலங்குகள் வன்நடத்தையை மேற்கொள்கின்றன. ஒரு கூட்டில் அடைத்து வைக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு எலிகளுக்கு மின் அதிர்ச்சி கொடுத்தபோது இரண்டும் சண்டையிடத் தொடங்கின. அடுத்து, ஏமாற்றமடையும் விலங்குகள் வன்னடத்தையை மேற்கொள்கின்றன. ஒரு ஒடுதளத்தின் முடிவில் உணவை வைத்து உணவுக்கு முன்னால் ஒரு கண்ணாடித் தடுப்பையும் வைத்து பசித்திருக்கும் எலியை உணவை நோக்கிச் செல்ல விட்டால் கண்ணாடித்தடுப்பை அடைந்ததும் உணவை அடைய முடியாத ஏமாற்றத்தில் கண்ணாடியைக் கீறி கடித்து ஆக்ரோஷத்தை எலி வெளிப்படுத்துகின்றது. நாய்க்குட்டிகளைத் தனிமையில் அடைத்து வைத்து அடித்து, திட்டி, கட்டிப்போட்டு வளர்த்தால் அது ஒரு ஆக்ரோஷமான நாயாக வளரும். அதன் வலி அனுபவங்கள் அவ்வாறு ஆக்ரோஷமாக வளரச் செய்கின்றன.

6. சமூக அந்தஸ்து அல்லது ஓங்குதிறன் வன்னடத்தை (Social Status or Dominance aggression):-

தன்னைவிட வலுகுறைந்து இருக்கும் விலங்குகளை நோக்கி ஓங்குதிறன் கொண்ட விலங்குகள் காட்டும் சைகை [(எ.கா) லெம்மிங்குகளின் (lemming) செருக்கு நடை, ரீஸஸ் குரங்குகள் வாலைத்தூக்கி வைத்துக்கொள்ளுதல், மற்றும் சில முகபாவனைகள்] ஓரின விலங்குகளுக்கிடையே தேவையற்ற சண்டையைத் தவிர்க்கின்றது. இதனால் நேரமும் ஆற்றலும் மிச்சமாகின்றது. எனினும் விலங்குகளின் ஓங்குதிறன் உறுதி செய்யப்பட்டபின் கோரைப்பற்கள் மற்றும் கொம்புகளைக் காட்டுதல் போன்ற சைகைகளைச் செய்கின்றன. இதனால் வலுகுறைந்த விலங்குகள் கீழ்படிதல் சைகைளை காட்டுகின்றன. பெரும்பாலும் ஓங்குதிறன் கொண்ட விலங்குகள் பிற விலங்குகளை விட அதிக வன்னடத்தையை வெளிப்படுத்துகின்றன. சிங்கக்கூட்டத்தில் ஓங்குதிறன்கொண்ட விலங்குகள் முதலில் உண்கின்றன. விலங்குகளின் தகுதிநிலை உயர உயரத் தாம் ஏற்கெனவே தோற்கடித்த எதிரிகளின் மீது தாக்குதல் நடத்த தயாராவது அதிகரிக்கிறது.

7. உணவு அல்லது உணவூட்ட வன்னடத்தை:-

சில விலங்குகளின் வன்நடத்தைக்கும் உணவுக்கும் இடையே தொடர்புகள் உள்ளன. உணவு குவியலாக அல்லது கூட்டமாக இருந்தால் வன்னடத்தை ஏற்படுகின்றது. பெரும்பாலும் உணவிற்காக அதிக சண்டைகள் நடக்கின்றன. 5 கழுதைப் புலிகளுக்கு உணவாகக் கூடிய வரிக்குதிரையை 10 கழுதைப்புலிகள் உண்ண முயற்சித்தால் அவைகளுக்குள் சண்டை ஏற்படுகின்றது. ஆப்பிரிக்க பபூன்கள் மற்றும் இந்திய ரீஸஸ் குரங்குகள் போன்றவை உணவிற்காகச் சண்டையிடுகின்றன. பறவைகளில் உணவு அல்லது இரை பரவலாக இல்லாமல் குழுமி இருக்கும் போது அதிக சண்டைகள் ஏற்படுகின்றன.

8. பெற்றோர் வன்னடத்தை:-

இது இரண்டு வகைப்படும் 1. குஞ்சுகளின் மேல் காட்டும் வன்நடத்தை 2. உள்நுழைவோர் மேல் காட்டும் வன்நடத்தை. பல பறவைகள் மற்றும் விலங்குகள் தம் குஞ்சுகள் மற்றும் குட்டிகளைத் தம்முடன் நெருக்கமாக வைத்துக்கொள்ளவும், அவற்றை இயங்க வைக்கவும், அவைகளுக்கும் ஏற்படும் சண்டையைத் தடுக்கவும், பால்குடி மறக்கச் செய்யவும் அவற்றின் மேல் லேசான வன்னடத்தையைக் காட்டுகின்றன. அனைத்து விலங்கினங்களிலும் உள்ள பெண் விலங்குகள் தாயானதும் புதிதாக நுழையும் விலங்குகள் மீது அதிக வன்னடத்தையை

வெளிப்படுத்துகின்றன. (எ.கா) ரீசஸ் மற்றும் லங்கூர் இனத் தாய்க் குரங்குகளை லேசாக சீண்டினாலே கடித்துவிடுகின்றன.

9. உள்ளுணர்வு அல்லது மரபியல் வன்னடத்தை:-

வன்னடத்தை என்பது கற்றறிவது அல்ல. இது உள்ளக செயல்பாட்டின் விளைவாகும். கீழ்க்கண்ட எடுத்துக்காட்டின்படி வன்நடத்தையானது மரபியல் சார்ந்தது என்பது விளங்கும். லோரன்ஸ் (Lorenz) என்னும் அறிவியலாளர் இரண்டு உட்பிரிவுகளைச்சேர்ந்த சுண்டெலிகளை ஆராய்ந்தார் அவற்றில் 'A' வகையானது வன்னடத்தைகொண்டது. 'B' இயல்பான நடத்தை உடையது. 'B' இனத்தின் குட்டிகள் A இனத்தாயிடமும் A இனத்தின் குட்டிகள் B இனத்தாயிடமும் விட்டுவளர்க்கப்பட்டன. அதாவது குட்டிகளின் சுற்றுச்சூழல் மாற்றப்பட்டு வளர்க்கப்பட்டன. குட்டிகளுக்குப் போதுமான அளவு உணவும் நீரும் அளிக்கப்பட்டன. எனினும் வன்னடத்தை இனக்குட்டிகள் வன்னடத்தையுடனும் இயல்பான நடத்தை இனக்குட்டிகள் இயல்பாகவும் வளர்ந்தன. இதிலிருந்து விலங்குகள் வன்நடத்தையை வெளிப்படுத்த உள்ளார்ந்த தேவை இருப்பதாக லோரென்ஸ் விளக்கினார்.

வன்னடத்தை என்பது ஒரு நோயல்ல, இயல்பு பிறழ்ந்த (abnormal) நிலையுமல்ல. இது அனைத்து விலங்குகளிலும் காணப்படும் சாதாரண நடத்தையே ஆகும். வன்னடத்தையுடைய வலுவான ஆரோக்கியமான விலங்குகள்தான் சிறந்த சந்ததியினரை உருவாக்குவதற்குத் தேர்வு செய்யப்படுகின்றன.

வன்னடத்தை தற்செயலாகவோ (எ.கா. ஏமாற்றமடைந்த நாய் உரிமையாளரை நோக்கி உறுமுதல்) வேண்டுமென்றோ (எ.கா. ஒழுங்கீன நடத்தைக்கொண்ட குழந்தையின் மீது தந்தை கோபம் கொள்ளுதல்) உடல்ரீதியாகவோ (துரத்துதல், கடித்தல் போன்றது) மனரீதியாகவோ (மனதிற்குள் கோபமாகவும் வெளியே சிரித்த முகத்துடன் இருத்தல்) நிகழலாம்.

நரம்புகள் மற்றும் ஹார்மோன்கள் மூலம் வன்னடத்தைக்கட்டுப்படுத்தப்படுதல்:-

லிம்பிக் மண்டலம்:-

இது மூளையில் உள்ள உளக்கிளர்ச்சிச் சமன்நிலை (emotional equibibrium) ஏற்படுத்தும் அமைப்பாகும். இதில் காணப்படும் அமிக்தலா (Amygdala) என்னும் அமைப்பானது ஆபத்தை உணரும் மையமாகச்

செயல்படுகிறது. இது தூண்டப்படும்போது பயம் மற்றும் கவலை போன்ற உணர்வுகள் ஏற்படுவதால் விலங்குகள் எச்சரிக்கை அடைந்து சண்டையிடவோ அல்லது அவ்விடத்தை விட்டு விலகிச் செல்லவோ தயாராகின்றன.

ஹைப்போதலாமஸ் :-

இதில் உளக்கிளர்ச்சியை வெளிப்படுத்தும் மையங்கள் உள்ளன. இது வெப்ப ஒழுங்குபாடு, பால் தன்மை (sexuality), போரிடும் மனப்பான்மை, தாகம் மற்று பசி போன்ற உணர்ச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஹைப்போதலாமஸின் பின்புறத்திலும் பக்கங்களிலும் வன்நடத்தை, தாக்குதல், சண்டையிடுதல் மற்றும் கீழ்ப்படிதல் போன்றவற்றிற்கான மையங்கள் உள்ளன. மேலும் ஹைப்போதலாமஸின் பக்கங்களானது மகிழ்ச்சி மற்றும் கடுஞ்சீற்றம் போன்ற உணர்ச்சிகளையும், நடுப்பகுதியானது வெறுப்பு மற்றும் மகிழ்ச்சியற்றதன்மை போன்ற உணர்வுகளையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

ஹார்மோன்கள்:-

முதுகெலும்பிகளில் பெண் உயிரிகளை விட ஆண் உயிரிகள் அதிக வன்னடத்தையை வெளிப்படுத்துகின்றன. இதற்கு காரணம் டெஸ்டோஸ்டீரோன் என்னும் ஹார்மோனாகும். இனப்பெருக்க ஆற்றல் அழிக்கப்பட்ட (castration) விலங்குகளின் வன்னடத்தையில் குறிப்பிடத்தக்க அளவு சரிவு காணப்படுகிறது. எ.கா. இனப்பெருக்க ஆற்றல் அழிக்கப்பட்ட காளை இணக்கமான எருதுவாக (Oxen) மாறுகின்றது. அட்ரீனல் ஹார்மோன் நீக்கப்படும்போதும் வன்னடத்தை குறைகிறது. ஆன்ட்ரோஜன், எஸ்ட்ரோஜன் மற்றும் லியூட்டினைசிங் ஹார்மோன்கள் போன்றவை வன்னடத்தையின் அளவை உயர்த்தி எதிரியை எதிர்நோக்கத் தயார் செய்கின்றன. எப்பிஃநெப்ரின் மற்றும் நார்எப்பினெஃப்ரின் போன்றவை தாக்க அல்லது தப்பியோட ஏதுவாக உடற்செயலியல் நிகழ்வுகளைத் தயார் செய்கின்றன. அட்ரீனல் கார்ட்டிகோஸ்டீராய்டு மூலம் நிதானமாக ஆனால் நிலையான மறுவினை நிகழ்த்தப்படுகிறது.

விலங்கு ஆயுதங்கள்:-

வன்னடத்தையில் மிகவும் பரவாலாகக் காணப்படுவது வேட்டையாடுதல் ஆகும். வேட்டையாடுவதற்கு விலங்குகள் சிறப்பு ஆயுதங்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. பாம்புகள் நச்சுப்பற்களையும், கழுகுகள் மற்றும் பருந்துகள் கூர்மையான அலகுகள் மற்றும் நகங்களையும், கரடிகள் உள்ளிழுத்துக்கொள்ள இயலாத நகங்களையும் பெரும்பூனை மற்றும் சிறுபூனை இனங்கள்

உள்ளிழுத்துக்கொள்ளக் கூடிய நகங்களையும், தேனீக்கள் குளவிகள் மற்றும் தேள் போன்றவை நச்சுக்கொடுக்குகளையும் பெற்றிருக்கின்றன. மான்களின் கிளைக்கொம்புகள் (antler) மற்றும் கால்நடைகளின் கொம்புகள் போன்றவையும் ஆயுதங்களாகப் பயன்படுகின்றன.

அத்தியாயம் – 5

அத்தியாயம் – 5

விலங்குகளின் நடத்தையில் ஃபெரமோன்களின் பங்கு

விலங்குகள் தங்களுக்குள் தகவல் பரிமாறிக்கொள்ள பல முறைகளைக் கையாளுகின்றன. பெரும்பாலான விலங்குகள் தம் உடலுக்குள் உள்ள சுரப்பிகள் உற்பத்தி செய்யும் வேதிப்பொருட்கள் மூலம் தங்களுக்குள் தகவல் தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன. ஹெடிகர் (1944) (Hediger) முன்முதலில் தொடர்புறுதலில் வாசனையின் முக்கியத்துவத்தைப் பற்றிக் குறிப்பிட்டுள்ளார்.

வரையறை:–

ஒரு விலங்கின் உடலில் சுரக்கின்ற வேதிப்பொருளானது அதன் இனத்தைச் சேர்ந்த பிற விலங்குகளின் நடத்தையியலில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தினால் அந்த வேதிப்பொருள் ஃபெரமோன் (Pheromone) எனப்படும். முதுகெலும்பற்றவைகளில் மாறுபாடு அடைந்த சிறப்பு உறுப்புகளால் இவை உருவாக்கப்பட்டு உணரப்படுகிறது. ஆனால் முதுகெலும்பிகளில் இவை சிறப்புத் தன்மை வாய்ந்த சுரப்பிகளால் உற்பத்திசெய்யப்பட்டு நாசியறைகளில் உள்ள எபிதிலிய செல்களால் (Nasal epithelium) உணரப்படுகிறது. தன் இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்குகளுக்குள் (Conspecifics) வேதிப்பொருட்கள் மூலம் தகவல் பரிமாற்றம் நடந்தால் அவ்வேதிப்பொருட்கள் 'ஃபெரமோன்கள்' என்றழைக்கப்படும். பிற இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்குகளுக்குள் வேதிப்பொருட்கள் மூலம் தகவல் பரிமாறிக்கொள்ளப்பட்டால் அப்பொருள்கள் 'கைரோமோன்கள்' (Kairomones) எனப்படும். வேதிப்பொருட்கள் மூலம் தகவல் அனுப்புபவர் மட்டும் பயனடைந்தால் அப்பொருட்கள் 'அல்லோமோன்கள்' (Allomones) எனப்படும்.

ஆரம்பத்தில் இந்த வேதிப்பொருட்கள் அனைத்தும் எக்டோஹார்மோன்கள் (Ectohormones) என்று அழைக்கப்பட்டன. 1959ம் ஆண்டிற்குப் பின் இவை ஃபெரமோன்கள் என்று அழைக்கப்பட்டுவருகின்றன. ஹார்மோன்கள் உடலின் உட்புறத்தில் உள்ள நாளமில்லா சுரப்பிகள் மூலம் சுரக்கப்பட்டு உயிரிகளின் உடற்செயலியல் செயல்பாடுகளை ஒழுங்குப்படுத்துகிறது. ஆனால் ஃபெரமோன்கள் வெளிஅடுக்குச் சுரப்பிகளால் (ectodermal glands) உடலின்

வெளிப்புறத்தில் சுரக்கப்பட்டு அதே இனத்தைச் சேர்ந்த பிற விலங்குகளின் நடத்தையியலில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

பல முதுகெலும்பிகளில் ஃபெரமோன்கள் சமுதாய மற்றும் பாலியல் வாழ்க்கைக்கு அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சமுதாயப் பூச்சிகளின் சாதி அமைப்பில் ஃபெரமோன்கள் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. மனிதர்களின் வாழ்க்கையிலும் ஃபெரமோன்கள் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. வாசனை மூலம் விலங்குகள் தகவல் பரிமாற்றம் செய்தல் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகு சுலபமான வழியில் தீங்குயிரிகள் கட்டுப்படுத்தப்பட்டன. ஃபெரமோன்கள் மூலம் பூச்சிகள் கட்டுப்படுத்தப்பட்டதால் தீங்கு செய்யும் நச்சுப்பொருட்களின் பயன்பாடு குறைக்கப்பட்டுச் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, செயற்கை இனக்கவர்ச்சிப் பொருட்களைப் (artificial sex attractants) பயன்படுத்துவதால் வீடுகளில் இருந்து கரப்பான் பூச்சிகளையும் கரையான்களையும் ஒழிக்கலாம்.

மனிதர்களின் பால்சார் நடத்தையியலில் உடல் வாசனை முக்கியமான பங்கு வகிக்கிறது. மனிதர்களில் மோப்பவுணர் – பால்சார் நடத்தை (olfactosexual behaviour) இருப்பதாக எல்லிஸ் (1905) குறிப்பிட்டுள்ளார். ஆண்களுடன் வசிக்கும் பெண்களின் மாதவிடாய் சுழற்சியானது பிற பெண்களுடன் ஒப்பிடுகையில் குறைவாக இருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. வார்விக் பல்கலைக்கழகத்தைச் சேர்ந்த டாக்டர் ஜார்ஜ் டாட் (Dr. George Dodd) என்பவர் x – ஆன்ட்ரோஸ்டினால் (X – androstenol) என்னும் மானிட ஃபெரமோன்களைக் கண்டுபிடித்தார். தாய் சேய் பந்தத்தை (mother child bond) ஏற்படுத்துவதிலும் ஃபெரமோன்கள் முக்கியப்பங்கு வகிக்கின்றன. சிசுக்கள் தாயுடன் இருக்கும்போது சுகமாகவும் அமைதியாகவும் இருக்கின்றன. ஏனெனில் குழந்தைகள் பிறந்த ஆறாவது நாள்முதல் வாசனை மூலம் தாயை அடையாளம் காணத்தொடங்குகின்றன. ஆறாவது வாரம் முதல் தாயின் மார்பை நோக்கித் தலையைத் திருப்புகின்றன. இதுவும் தாயின் வாசனையை உணர்வதால் நடைபெறுகிறது. செயற்கை வாசனைப்பொருட்கள் தாய்மார்களின் இயற்கை வாசனையை சிசுக்கள் உணரவிடாமல் தடுப்பதால் தாய் சேய் பந்தம் ஏற்படுதல் மோசமாக பாதிக்கப்படுகிறது. எனவே மேலை நாடுகளில் செயற்கை வாசனைப் பொருட்களைப் பயன்படுத்த வேண்டாம் என இளம் தாய்மார்கள் அறிவுறுத்தப்பட்டுள்ளனர்.

ஃபெரமோனானது 18ம் நூற்றாண்டில் பானெட் (Bonnet) என்னும் ஃபிரெஞ்சு அறிவியலாளரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அவர் மேசையின் ஒரு முனையில்

சர்க்கரைக்குவியலையும் மற்றொரு முனையில் எறும்புக்கூட்டங்களையும் வைத்தார். சிறிது நேரத்தில் எறும்புகள் மேசையைக் கடந்து சென்று சர்க்கரைக் குவியலை அடைந்து சர்க்கரையை எடுத்துக் கொண்டு திரும்பி வந்ததை அவர் கண்டார். எறும்புகள் அனைத்தும் சிறிதும் பிசகாமல் குறிப்பிட்ட ஒரே தடத்தில் சென்று திரும்பியதைக் கண்டு ஆச்சரியமடைந்த பானெட் எறும்புகள் செல்லும் தடத்தில் தம் விரல்களால் தேய்த்தார். இதன் பின்னர் தேய்க்கப்பட்ட இடத்தை அடைந்த எறும்புகள் அங்கேயே நின்று தங்கள் உணர் கொம்புகளைக் காற்றில் அசைத்தும் தரையில் தட்டியும் தங்கள் வழியைத் தேடத் தொடங்கின. தடத்தின் இரண்டு பக்கங்களிலும் படிப்படியாக எறும்புகள் கூடத் தொடங்கின. தடத்தின் இரண்டு புறத்தில் இருந்தும் சில தைரியமான எறும்புகள் தேய்க்கப்பட்ட இடத்தின் மேல் ஓடி எதிர்ப்புறத்தில் இருந்து வரும் எறும்புகளைச் சந்தித்து ஒன்றை ஒன்று அடையாளம் கண்டன. பின்னர் தம் பயணத்தை மீண்டும் தொடர்ந்தன. இதிலிருந்து எறும்புகள் தம் வழியில் ஏதோ ஒரு வேதிப்பொருளைப் பின் பற்றி செல்கின்றன என்று பானெட் உணர்ந்தார்.

ஜீன் ஹென்றி ஃபேபர் (Jean Henri Fabre) என்னும் அறிவியலாளர் நடத்திய மற்றொரு பரிசோதனையில் சில பெண் அந்திப்பூச்சிகளை (moths) ஒரு கூட்டில் இட்டு ஜன்னல் ஓரத்தில் வைத்தார். 15 மணி நேரங்களுக்குள் 60 ஆண் அந்திப்பூச்சிகள் பெண்பூச்சிகள் இருந்த கூட்டைத் சுற்றி பறந்தன. இதனைச் தொடர்ந்து. ஆண் பூச்சிகளைக் கவர்ந்தது எது? எனக் கண்டறிய மேலும் பல பரிசோதனைகளை ஃபேபர் நடத்தினார். இறுக்கமாக மூடப்பட்ட ஒளி ஊடுருவாப்பெட்டியில் பெண் பூச்சிகளை வைத்துப் பரிசோதனை செய்தபோது ஆண்பூச்சிகள் எதுவும் காணப்படவில்லை. ஆனால் வெளியில் இருந்து பார்க்க இயலாத, ஆனால் வாசனையை மட்டும் உணரக்கூடிய கம்பிவலைப் பெட்டிக்குள் பெண்பூச்சிகளை வைத்தபோது ஆண்பூச்சிகள் கவரப்பட்டன. இதிலிருந்து பெண் அந்திப்பூச்சிகளில் வாசனைப் பொருள் அல்லது ஃபெரமோன்கள் இருப்பதாகக் கண்டுபிடித்தார். மேலும் அந்திப் பூச்சிகளின் உணர்கொம்புகளில் ஃபெரமோன்களை உணரக் கூடிய அமைப்புகள் இருப்பதாகவும் மிகமிகச் சிறிய ஃபெரமோன்களைக் கூட ஆண் பூச்சிகள் உணரும் திறன் பெற்றிருக்கின்றன என்றும் கண்டறிந்தார். ஃபெரோமோன்கள் மைக்ரான் அல்லது மில்லிமைக்ரான் அளவுதான் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. எனினும் அவை நீண்ட காலம் வரை பயன்தரக் கூடியவையாக இருக்கின்றன. ஹார்வர்டு பல்கலைக்கழகத்தைச் சேர்ந்த E.O. வில்சன் (E.O. Wilson) இலைவெட்டி எறும்புகள் உற்பத்தி செய்யும் ஒரு மில்லிகிராம் ஃபெரமோன் ஒரு சிறிய எறும்புக்கூட்டம் உலகத்தை மூன்று முறை சுற்றிவரப் போதுமானது என்று கணக்கிட்டுள்ளார்.

ராபர்ட் T. யாமோமோட்டோ என்னும் (Robert T. Yamomoto) அறிவியலாளர் கரப்பான் பூச்சியின் ஃபெரமோனைப் பிரித்தெடுத்துள்ளார். அது 2,2–டைமீத்தைல், 3– ஐசோப்புரோப்பைலிடீன் சைக்ளோபுரோப்பைல் புரோப்பையோனேட் (2,2 – Dimethyl, 3 – isopropylidene, cyclopropyl propionate) என்று கண்டறியப்பட்டது. மேலும் பாம்பிக்ஸ் மோரி (Bombyx *mori*) என்னும் பட்டுப்பூச்சியில் இருந்து பாம்பேக்கோல் (Bombay kol), நாடோடி அந்திப்பூச்சியில் (gypsy moth) இருந்து ஜிப்லியூர் (Gyplure) கஸ்தூரி மான்களில் (musk deer) இருந்து மஸ்கோன் (Muskone) மற்றும் புனுகுப்பூனைகளில் இருந்து சிவெட்டோன் (civetone) ஆகிய இனக்கவர்ச்சிப் பொருட்கள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. புலிகள் உற்பத்தி செய்யும் ஃபெரமோனுக்கு 'டைகராமைன்' (Tigeramine) என்று ப்ராம்சாய் (Brahmchay 1981) என்னும் அறிவியலாளர் பெயரிட்டுள்ளார். பல்வேறு இனத்தைச்சேர்ந்த புலிகளின் ஃபெரமோன்களை ஆராய்ந்த போது அவை அனைத்திலும் ஃபினைல்எத்திலமைன் (phenylethylamine) என்னும் வேதிப்பொருள் காணப்படுகிறது என்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவற்றைத் தவிர அதில் காணப்படும் பிற அமைன்கள் (amines) புலிக்குப் புலி வேறுபடுகின்றது. சிறுநீருடன் வெளியேறும் ஃபெரமோன்களில் உள்ள அமைனின் வாசனையைக் கொண்டு பிற புலிகளின் ஆட்சி எல்லைப்பகுதியில் இருந்து தம் பகுதியைப் புலிகள் பிரித்தறிகின்றன.

ஃபெரமோன்களின் விளைவுகள்:-

ஃபெரமோன்கள் இரண்டு வழிகளில் விலங்குகளின் மீது தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. 1. ஃபெராமோன்கள் அவற்றை ஏற்கும் ஏற்பியின் (recipient) மத்திய நரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டி நடத்தையியலில் உடனடி மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. இது 'வெளியிடுவோர் விளைவு' (releaser effect) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

(ii) ஒரு ஏற்பியின் சில உடற்செயலியல் நிகழ்வுகள் ஃபெரமோன்களால் மாற்றப்பட்டால் அம்மாற்றங்கள் பின்னர் தக்க தூண்டல்அளிக்கும் போது ஒரு குறிப்பிட்ட நடத்தைப் பாங்கினை வெளிப்படுத்த விலங்கினைத் தயார் படுத்துகிறது. இது பிரைமர் விளைவு (Primer effect) எனப்படும்.

அதாவது, ஒரு விலங்கு (x) ஒரு ஃபெரமோனை வெளிப்படுத்துகிறது என்று வைத்துக்கொள்வோம். அது மற்றொரு விலங்கால் (Y) ஏற்கப்படுகிறது. விலங்கு Y ன் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தில் மீது ஃபெரமோன் செயல்பட்டு அதன் நடத்தையியலில் உடனடி மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகிறது. (எ.கா) குளம் அல்லது

ஆற்றங்கரைகளில் உள்ள ஒரு நத்தையினை நகக்கினால் அதன் செல்களிலிருந்து வெளியேறும் அச்ச ஃபெரமோன்களை (Fear pheromones) உணரும் பிற நத்தைகள் உடனடியாக நீருக்குள் சென்றுவிடுகின்றன. தேனீக்கள், எறும்புகள் போன்ற பூச்சியினங்களிலும் இவ்வகை ஃபெரமோன்கள் உள்ளன. ஆனால் பிமைர் விளைவில் விலங்கு x வெளியிடும் ஃபெரமோனானது மற்றொரு விலங்கான y ன் நரம்பு மண்டலத்தின் மீது செயல்பட்டு அதன் உடற்செயலியல் செயல்பாடுகளில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தி ஒரு குறிப்பிட்ட நடத்தைக்குத் தயார் செய்கிறது. இந்நடத்தையானது சரியான தூண்டல் அளிக்கும் போது வெளிப்படுகிறது. எனவே இது ஃபெரமோன்களின் தாமதித்த விளைவு (delayed effect) ஆகும். (எ.கா) வான் டெர் லீ (Van der Lee) மற்றும் L.M. பூட் (L.M. Boot) ஆகியோர் பெண் சுண்டெலிகளை வைத்து நடத்திய பரிசோதனைகளில் பல பெண் சுண்டெலிகளை ஒரே கூட்டில் வைத்துப் பராமரித்தபோது அவற்றின் எஸ்ட்ரஸ் சுழற்சி சரியாக நடந்தது கண்டறியப்பட்டது. மேலும் ஆண் சுண்டெலிகளிடமிருந்து நீண்ட நாட்கள் வரை பிரித்து வைக்கப்பட்ட பெண் சுண்டெலிகளின் எஸ்ட்ரஸ் சுழற்சி முழுவதும் நின்றுவிடுகிறது என்றும் ஆண் சுண்டெலிகளின் ஃபெரமோன்களைப் பெண் சுண்டெலிகள் உணரத் தொடங்கியதும் எஸ்ட்ரஸ் சுழற்சி மீண்டும் தொடங்குகிறது என்பதும் கண்டறியப்பட்டது. மேலும் நான்கு பெண் சுண்டெலிகளை ஒன்றாக கூண்டில் அடைத்து ஆராய்ந்தபோது அவற்றில் தன்னியல்பான போலிகர்ப்பநிலையின் (spontaneous pseudopregnancy) எண்ணிக்கை உயர்ந்தது என்றும் எலிகளின் மூளையிலிருந்து நுகர்ச்சிக் கதுப்புகளை அகற்றிவிட்டாலும் பெண் எலிகளை தனிமைப்படுத்தினாலும் போலி கர்ப்பநிலை தடுக்கப்பட்டது என்று கண்டுபிடித்தனர். இதற்கு அவர்கள் 'லீ–பூட் விளைவு' (Lee Boot effect) என்று பெயரிட்டனர்.

முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளின் ஃபெரமோன்கள்:-

முதுகெலும்பற்ற உயிரிகளில் சிறப்புத் தன்மை வாய்ந்த வாசைனச் சுரப்பிகளும் வேதியல் செய்திகளை உணரும் அமைப்புகளும் உள்ளன.

ஃபெரமோன் உற்பத்தியும் புலனுணர்வும் (Production and perception):-

ஃபெரமோன் உற்பத்தி செய்யும் சுரப்பிகள்:-

வண்ணத்துப்பூச்சிகள் மற்றும் அந்திப்பூச்சிகள் போன்ற செதிலிறகிகளின் (Lepidopterans) ஆண்பூச்சிகளில் வாசனை உற்பத்தி செய்யும் சுரப்பிகள் உள்ளன. சிறகுகளின் மேல் அமைந்துள்ள வாசைனச் சுரப்பிகளில் வாசைனச் செதில்கள்

உள்ளன. இச்செதில்கள் 'ஆன்ட்ரோக்கோனியா' (Androconia) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. நீண்ட வடிவம் உடைய இச் செதில்களின் முனையில் நூலிழை போன்ற விளிம்பு இழைகள் (fimbriale) உள்ளன. இவை உற்பத்தி செய்யும் வாசனைப் பொருட்கள் விளிம்பு இழைகள் வழியாக ஆவியாகின்றன. அமாரிஸ் (Amauris) என்னும் பூச்சியின் பின்சிறகில் உள்ள வாசனைத் திட்டுகளில் (patches) மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்த வாசனைக் கிண்ணங்கள் (Scent cups) உள்ளன. அதனடியில் வாசனைச் சுரப்பிகள் உள்ளன. பிளாவோடியா (Plaodia) போன்ற பூச்சிகளில் கடைசி வயிற்றுக் கண்டத்தின் இரண்டு பக்கங்களிலும் வாசனைச் சுரப்பிகள் உள்ளன. தேனீக்களின் தலைப்பகுதியில் பை போன்ற துருவுதாடைச் சுரப்பியும் 6ம் மற்றும் 7ம் வயிற்றுக் கண்டத்தின் இடையில் நாஸ்னவ் சுரப்பியும் (Nasnov gland) உள்ளன. பெண் பட்டுப்பூச்சிகள் தனது கடைசி வயிற்றுக் கண்டத்தில் பெற்றுள்ள பக்க நுண்பைகளில் (Sacculi lateralis) இருந்து ஃபெரமோன்களை வெளியிடுகின்றன. எறும்புகளில் துருவுதாடை சுரப்பி, இதழ் சுரப்பிகள், மெட்டாபுளூரல் சுரப்பிகள், பவன் சுரப்பிகள் (pavan's gland) டூஃபோர் சுரப்பிகள் (Dufours gland) மலவாய்ச் சுரப்பிகள் போன்ற பெரமோன் உற்பத்திச்சுரப்பிகள் உள்ளன.

ஃபெரமோன்களை உணரும் அமைப்புகள்:-

அகஸ்டே ஃபோரெல் (Auguste Forel) என்னும் பூச்சியியலர் வேதிப்பொருட்களை உணர்வதற்கான தகவமைப்புகளைக் கொண்ட பல அமைப்புகள் எறும்புகளின் உணர் கொம்பிலும் மற்றும் பிற பூச்சிகளிலும் காணப்படுவதாகக் கண்டுபிடித்தார். இந்த அமைப்புகள் சில பூச்சிகளில் தட்டையாகவும், கிண்ணம் போன்றும் தடித்த உரோமம் போன்றும் பல வடிவங்களிலும் காணப்படுகிறது. இவ்வமைப்புகள் நரம்புகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. சக இன உயிரியால் வெளியிடப்பட்ட ஃபெரமோனை இவை உணர்ந்து அந்தச் செய்தியினை மத்திய நரம்பு மண்டலத்துக்கு அனுப்புகின்றன.

ஃபெரமோன்களின் பணிகள்:-

ஃபெரமோன்கள் விலங்குகளில் பல்வேறு வேலைகளைச் செய்கின்றன அவற்றில் முக்கியமானவை கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பாலினக் கவர்ச்சி (Sex attractants):-

பெரும்பாலான பூச்சிகளில் எதிர்பாலின விலங்கை கலவிக்காக அழைக்கும் பாலினக்கவர்ச்சிப்பொருளாக ஃபெரமோன்கள் செயல்படுகின்றன.

பெண் பூச்சிகளின் ஃபெரமோன்கள்:-

பெண்பூச்சிகள் தங்கள் வயிற்றுப்பகுதியினை இயக்கி ஃபெரமோன்களை வெளியிடுகின்றன. விலங்குகள் பொதுவாக அவற்றின் பகலியங்கு தன்மை அல்லது இரவியங்கு தன்மைக்கேற்ப ஒரு நாளின் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஃபெரமோன்களை வெளியிடுகின்றன. இந்த ஃபெரமோன்கள் ஆண் விலங்குகளை கிளர்ச்சியூட்டி பெண்பூச்சிகளை நோக்கிச் செலுத்துகின்றன. ஆண்பூச்சி பெண்பூச்சியை நோக்கிச் செல்லச்செல்ல ஃபெரமோனின் அடர்த்தி அதிகமாகிக் கொண்டே போவதால் மீதியுள்ள தூரத்திற்கு இது ஒரு வழிகாட்டியாகச் செயல்படுகிறது. பெண்பூச்சி வெளியிட்ட ஃபெரமோன் பரவும் தூரமும் திசையும் காற்றின் வேகத்தையும் திசையையும் பொறுத்தது.

(எ.கா–1) ராணித்தேனீ ஆண் தேனீக்களைக் கவர பயன்படுத்தும் ஃபெரமோன்களில் 9 ஆக்ஸோடெசிநோயிக் (Oxodecenoic acid) அமிலம் உள்ளது. ராணித்தேனீ தான் உற்பத்தி செய்யும் ஃபெரமோன்களின் மூலம் தன் கூட்டில் உள்ள 6000–8000 தேனீக்களை 5 முதல் 7 வருடங்கள் வரை தன் கட்டுப்பாட்டில் வைத்துக்கொள்கிறது. (எ.கா–2) என்டியா பவோனியா (Endia *pavonia*) என்னும் அந்திப்பூச்சியானது 13 கி. மீட்டருக்கு அப்பால் இருந்து பெண் பூச்சி வெளியிடும் ஃபெரமோனை உணரும் திறனுடையது.

ஆண்பூச்சிகளின் ஃபெரமோன்கள்:-

ஆண்பூச்சிகள் பாலினக்கவர்ச்சி ஃபெரமோன்களை உற்பத்தி செய்தல் மிகக்குறைவு. எனினும் ஹார்ப்போபிட்டேக்கஸ் (Harpobittacus) என்னும் ஆண் வண்டு தன் இரையைப் பிடித்து உண்ணத் தொடங்கும் போது அதன் வயிற்றுப்புறத் கண்டத்தில் இருந்து இரண்டு நுண்பைகள் வெளிவருகின்றன. இப்பைகள் சுருங்கி விரிந்து வாசனைப் பொருட்களை வெளியிடுகின்றன. வாசனையால் தூண்டப்பட்ட பெண்பூச்சிகள் ஆண்பூச்சியை அடைந்ததும் கலவியில் ஈடுபடுகின்றன.

சமூகப் பூச்சிகளின் ஃபெரமோன்கள்:-

சமூகப்பூச்சிகளின் ஃபெரமோன்கள் இரண்டு வகைப்படும்.

1. சக இன உயிரிகளுக்கிடையே (conspecifics) தொடர்புறவு ஏற்படுத்துபவை.
2. சாதி அமைப்பு மற்றும் குடியிருப்புப் பராமரிப்புடன் தொடர்புடையவை.

1. தொடர்புறவு (communication):-

பல எறும்பினங்கள் வாசனைத் தடங்களை விட்டுச் செல்கின்றன. எட்வர்ட் ஒ. வில்சன் 1958ல் நெருப்பெறும்புகளை வைத்து நடத்திய பரிசோதனையில் ஒரு தொழிலாளி எறும்பு தம் வயிற்றை தரையில் படும்படிச் செய்து வாசனைப் புள்ளிகளை வரிசையாக இட்டுத் தடத்தை ஏற்படுத்துகின்றது என்றும் மற்ற எறும்புகள் அந்த தடத்தை பின்பற்றிச் செல்கின்றன என்றும் கண்டறிந்தார். மேலும் எறும்புத் தடங்கள் பல வகைப்படும். அவை உணவை அடையும் வழியாகவோ வழக்கமாக செல்லும் பாதையாகவோ அல்லது நெருக்கடி நேரத்தில் தப்பிக்கும் வழியாகவோ இருக்கலாம். ஒரு எறும்பு தாக்கப்பட்டால் அதன் துருவுதாடைச் சுரப்பி மற்றும் மலவாய்ச் சுரப்பிகள் அபாய எச்சரிக்கை ஃபெரமோன்களைச் சுரக்கின்றன. இதனால் ஈர்க்கப்பட்ட மற்ற எறும்புகள் காயம்பட்ட எறும்பைக்காப்பாற்ற விரைகின்றன. தேனீக்களிலும் இவ்வகை ஃபெரமோன்கள் உள்ளன. கொல்லப்பட்ட தேனீயின் உடலிலிருந்து 'இடர் ஃபெரமோன்களும்' (distress pheromone), கொட்டும் தேனீயிடமிருந்து 'எச்சரிக்கை ஃபெரமோன்களும்' சுரக்கின்றன. இதன் மூலம் நூற்றுக்கணக்கான தேனீக்கள் பாதிக்கப்பட்ட தேனீக்களை நோக்கிப் படையெடுக்கின்றன. எச்சரிக்கை ஃபெரமோன்கள் கூட்டிலுள்ள மற்ற தேனீக்களை எச்சரிக்கை செய்யவும், தாக்கப்பட வேண்டிய இலக்கைக் குறிக்கவும் பயன்படுகிறது. நாஸ்ஸனாஃப் (Nassanaff) சுரப்பிகள் சுரக்கும் ஃபெரமோன்கள் மூலம் வேலைக்காரத் தேனீக்கள் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கின்றன. உணவு உண்ணும் போதும் புதிய கூட்டைக் கட்டும் போதும், நீர் ஆதாரம் இருப்பதைக் குறிப்பிடவும் மொய்த்திரளின் (swarm) போது ஒன்று திரண்டு பறத்தலை ஒழுங்குபடுத்தவும் இந்த ஃபெரமோன்கள் பயன்படுகின்றன. சில பூச்சிகள் இரைகளைப் பிடிக்கவும் ஃபெரமோன்களைப் பயன்படுத்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக இணையைத் தேடி அலையும் ஆண் அந்திப் பூச்சியைக் கவர போலா சிலந்திகள் (Bola spiders) பெண் அந்திப் பூச்சி உற்பத்தி செய்யும் வாசனையைப் போன்ற ஒரு வித வாசனையை ஏற்படுத்துகின்றன. இதனால் ஈர்க்கப்படும் ஆண்அந்திப் பூச்சிகள் சிலந்தியை நெருங்கும்போது சிலந்திகள் அவற்றைக் கொன்று உண்கின்றன.

2. கூட்டுவாழ்க்கை அமைப்பைப் பராமரித்தல்:-

ராணித் தேனீக்கள் உற்பத்திசெய்யும் ஃபெரமோன்கள் ஒரு தேனீக்குடியிருப்பின் (colony) சமூக அமைப்பை ஒழுங்குபடுத்துகின்றன. தேன்கூட்டிலிருந்து ராணித்தேனீ அகற்றப்பட்டுவிட்டால் அது உடனடியாக தொழிலாளர் தேனீக்களால் உணரப்படுகிறது. ராணித்தேனீ இல்லாததால்

தொழிலாளி தேனீக்கள் பரபரப்பாகி உடனடியாக அவசரக் கதியில் தொழிலாளர் அறைகளை அகலமாக்கி புதிய ராணி அறைகளை (Queen cells or royal chambers) கட்டத் தொடங்குகின்றன. இந்த அறைகளில் உள்ள இளவுயிரிகளுக்குத் தேனீரொட்டிக்கு (Bee bread) பதிலாக ராயல் ஜெல்லி எனப்படும் அரசபாகு ஊட்டப்படுகிறது. இவை ராணித் தேனீயாக வளர்கின்றன. இந்த ராணித் தேனீக்களில் முதலாவதாக வெளிவரும் ராணித்தேனீ கூட்டில் உள்ள பிற ராணித்தேனீக்களை அவற்றின் ஃபெரமோன்கள் மூலம் அடையாளம் கண்டு அவை வெளிவரும் முன்பே தம் கொடுக்கினால் கொட்டிக் கொன்று விடுகின்றன. ராணித்தேனீ கூட்டில் இருக்கும்போது தொழிலாளி தேனீக்கள் இவ்விதம் புதிய ராணிஅறைகளைக் கட்டும் நடவடிக்கைகளில் ஈடுபடாமல் ராணித்தேனீயின் துருவுதாடைச்சுரப்பிகள் சுரக்கும் ஃபெரமோன்கள் தடுக்கின்றன. தேனீக்களைப் போலவே குளவிகளும் சமூக நடத்தை உள்ள பூச்சிகளே. இவற்றிலும் ஃபெரமோன்கள் மூலம் சமுதாயக் கூட்டுவாழ்க்கை பராமரிக்கப்படுகிறது. கரையான்களிலும் சாதி அமைப்பும் பிற செயல்பாடுகளும் ஃபெரமோன்கள் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

முதுகெலும்பிகள் வாசனைப்பொருள் மூலம் குறியிடுதல்:-

பல முதுகெலும்பிகள் முக்கியமான செயல்பாடுகளை ஃபெரமோன்கள் மூலம் நடத்துகின்றன. வீட்டு மூஞ்சூறுகள், வரிக்கழுதைப் புலிகள் மற்றும் கருப்புவால்மான் போன்ற பாலூட்டிகள் தகைப்பின் (stress) காரணமாக வாசனைப் பொருட்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. பிற பாலூட்டிகள் தம் ஆட்சி எல்லைப்பகுதியைக் குறிக்கவும், இணைகளை அடையவும், தம் வாழிடங்களை அடையாளம் காட்டவும் பெரமோன்களைப் பயன்படுத்துகின்றன. சிறுநீர், மலம் மற்றும் உமிழ்நீர் ஆகியவற்றின் மூலமும் சிறப்புச் சுரப்பிகள் வழியாகவும் இவ்விலங்குகள் ஃபெரமோன்களை வெளியிடுகின்றன.

குறிப்பு:-

சிறுநீர், மலம், மலவாய்ச்சுரப்பிகள், உமிழ்நீர்ச்சுரப்பிகள் போன்றவற்றின் மூலம் ஃபெரமோன்கள் வெளியிடப்படுதல் 'தொடர்புறுதல்' அத்தியாயத்தில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

அத்தியாயம் – 6

தொடர்புறுதல் (Communication)

சுவர்க்கோழிகளின் ரீங்காரம், புலிகளின் உறுமல், பறவைகளின் இசை, குரங்குகளின் அழைப்பு, நாய்களின் குரைப்பு, பூனை மற்றும் நாய்களின் சிறுநீரின் நாற்றம், பறவைகளின் பலவண்ண இறகுகள், வண்ணத்துபூச்சியின் அழகான சிறகுகள், மீன்களின் துடுப்புகள் ஆகிய அனைத்தையும் விலங்குகள் தம் தொடர்புறவுக்காகப் (Communication) பயன்படுத்துகின்றன. விலங்குகளின் தொடர்புறவு கீழ்கண்டவாறு வரையறுக்கப்படுகிறது.

(1) ஒரு உயிரியின் செயல்பாடானது மற்றொரு உயிரியின் நடத்தைப் பாங்கத்தில் (Pattern of behaviour) மாறுதலை ஏற்படுத்துதல் தொடர்புறவு எனப்படும்.

(2) தொடர்புறவு என்பது அனைத்துச் சமூக அமைப்பின் அடிப்படைப் பண்பு ஆகும். இது தனி உயிரிகளுக்கிடையிலும், ஒரு குழுவின் உறுப்பினர்களிடையிலும் ஒரு சமுதாயத்திலுள்ள உறுப்பினர்களுக்கிடையிலும் மற்றும் அடுத்துள்ள ஆட்சிப்பகுதியில் உள்ள சமூகங்களுக்கிடையேயும் அனைத்து அளவிலும் ஏற்படுதல் தொடர்புறுதல் எனப்படும்.

(3) ஸ்கெஃப்லென் – 1964 (Scheflen) கூற்றுப்படி ஒரு குழு உருவாகி, நிலைத்து நின்று, இணக்கம் ஏற்படுத்தி, சரிசெய்து உறவை ஒருங்கிணைக்கும் அனைத்து நடத்தைகளும் தொடர்புறுதல் எனப்படும்.

(4) ஒரு உயிரியிடம் இருந்து (சமிக்ஞை அளிப்பவர்–Signaller) மற்றொரு உயிரிக்கு (சமிக்ஞையைப் பெறுபவர் – Receiver) செய்திகள் கடத்தப்பட்டு சமிக்ஞையைப் பெற்ற உயிரியின் நடத்தையியலில் தாக்கம் ஏற்படுத்துதல் தொடர்புறுதல் எனப்படும்.

(5) ஒரு உயிரியின் செயல்பாடு மற்றொரு உயிரியின் நடத்தையில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துதல் தொடர்புறுதல் எனப்படும் (வில்சன் 1975 wilson 1075). சமிக்ஞையைப் பெற்றவுடன் இரண்டாவது உயிரி தன்னுடைய நடத்தையை சமிக்ஞைக்கேற்றாற்போல் மாற்றிக்கொள்கிறது.

(6) சமிக்ஞை அனுப்புபவருக்கும் பெறுபவருக்கும் ஒரே வகையான தேவைகள் இருப்பின் ஒருவருக்கொருவர் செய்திகளைப் பறிமாறிக்கொள்ளுதல் தொடர்புறுதல் எனப்படும்.

விலங்குகள் இணையைக் கவர்வதற்கும், எதிரிகளை எச்சரிக்கவும், தம் ஆட்சிஎல்லையைக்குறிப்பதற்கும், சகஇன உயிரிகளை அடையாளம் காணவும் தொடர்புறுதலைப் பயன்படுத்துகின்றன. இது ஒரு வகையான தகவமைப்பாகும்.

தொடர்புறுதலின் நன்மைகள்:-

(1) தன் இனம், தனி உயிரிகள், சுற்றுப்புறத்தார், உறவினர் மற்றும் ஓரிட மக்கள் அல்லது ஒரு இனக்கூட்டத்தை அடையாளம் கண்டுகொள்ளப் பயன்படுகிறது.

(2) ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த ஆண் பெண் உயிரிகள் ஒன்றையொன்று ஏற்றுக்கொள்ளுதல் அல்லது புறந்தள்ளுதல் (acceptance or rejection) மூலம் இணைசேரவோ அல்லது விலகிச் செல்லவோ உதவுகிறது.

(3) சக இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளிடையே குமுக தகு நிலை (Social status) ஏற்பட ஊக்குவிக்கிறது.

(4) குமுகாய விலங்குகள் (Social animals) அந்திநேரத்திலும் ஆபத்துச் சமயங்களிலும் ஒன்று கூடப் பயன்படுகிறது.

(5) வேட்டையாடும் விலங்குகளிடையே ஒருங்கிணைதலைத் தூண்டுகிறது.

(6) பெற்றோர் பேணலில் (Parential care) முக்கிய பங்குவகிக்கிறது.

(7) ஒரு குமுகாயக்குழுவில் உள்ள உறவினர்களை எச்சரிக்கை ஒலிகள் மூலம் விழிப்பாக இருக்கும்படிச் செய்ய உதவுகிறது.

தொடர்புறுதல் கீழ்க்கண்டவர்களிடையே ஏற்படுகிறது:-

(1) வேட்டையாடும் விலங்குக்கும் வேட்டையாடப்படும் இரைக்கும் இடையே (Between prey and predators):-

குளம்புடைய விலங்குகளின் திடுக்கிடல், வண்ணத்துப் பூச்சிகளிலும் அந்திப்பூச்சிகளிலும் திடீரென்று உண்டாகும் கண்புள்ளிகள், பாம்புகளின் சீறல் (hissing), பச்சோந்தியின் நிறமாற்றம் போன்றவை இதில் அடங்கும்.

(2) இரையாகும் விலங்குகளிடையே (Between prey species):-

பறவைகள் எழுப்பும் எச்சரிக்கை ஒலிகள் பறவைகளாலும் பாலூட்டிகளாலும் உணர்ந்து கொள்ளப்படுகிறது.

(3) போட்டியாளர்களுக்கிடையே (Between competitors):-

இது தம் ஆட்சிஎல்லையைக் காப்பாற்றிக் கொள்ளவும், தம் இணையைப் பெறவும் ஏற்படுகிறது.

(4) பெற்றோருக்கும் குழந்தைகளுக்கும் இடையே (Between Parents and off spring):-

இது தமது குட்டிகளை அடையாளம் காணவும், உணவு மற்றும் உறைவிடத்திற்காகவும் ஆபத்தில் இருந்து காப்பாற்றவும் ஏற்படுகிறது. கூடுகட்டிக் கூட்டமாக வாழும் பறவைகளிடையே இது காணப்படுகிறது. உணவைத் தேடிப் பெற்றோர்கள் வெளியே சென்று திரும்பும்போது தம் குஞ்சுகளை அவை அடையாளம் காண தொடர்புறுதல் பயன்படுகிறது. வவ்வால்கள் மற்றும் கடல்வாழ் பாலூட்டிகள் போன்ற விலங்குகள் தெளிவான எல்லைக்கோடு இல்லாத பகுதிகளில் பெருங்கூட்டமாக வாழ்கின்றன. இவ்விலங்குகள் தம்முடைய குட்டிகளுடன் ஒலிகள் மூலம் தொடர்பு கொள்கின்றன.

(5) இணைகளுக்கிடையே (Between mates):-

இது தன் இனம் மற்றும் தான் இணைசேரத் தயார் என்பதை தன் இணைக்குத் தெரிவிக்க ஏற்படுகிறது.

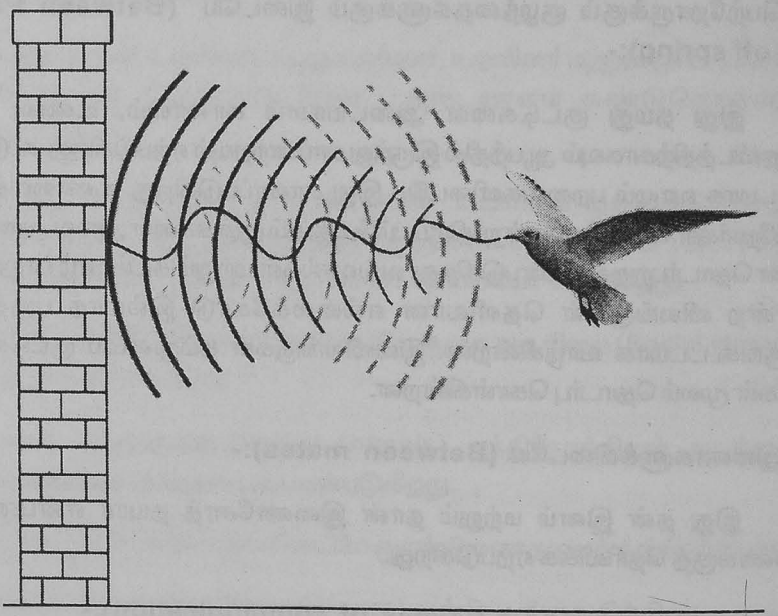
தொடர்புறுதலின் வகைகள் (Types of communication):-

I (a) செவிவழித் தொடர்புறுதல் (Auditory Communication):-

விலங்குகளில் ஒலியின் மூலம் தொடர்பு ஏற்படுத்துதல் சிறந்த முறையாகச் செயல்பட்டுவருகிறது. முழுகெலும்பிகளில் காணப்படும் ஒலியெழுப்பும் திறனும், முதுகெலும்பற்ற விலங்குகள் எழுப்பும் ஒலிகளும் இவ்வகையில் அடங்கும். கூவர்க்கோழிகள், பறவைகள், இருவாழ்விகள், வவ்வால்கள், திமிங்கிலங்கள் மற்றும் பிரைமேட்டுகள் போன்ற விலங்குகள் ஒலியைப் பயன்படுத்துகின்றன. மான்கள் தன்னை நோக்கி வரும் புலியைக் கண்டால் எச்சரிக்கை ஒலியை எழுப்புகின்றன. ஆண் தவளைகள் பெண் தவளைகளைக் கவர ஒலியெழுப்புகின்றன. வவ்வால்கள்

எதிரொலி வழி இடனறிதல் (Echolocation) மூலம் தொடர்பு கொள்கின்றன. பறவைகள் இசைத்தல், தன் ஆட்சி எல்லையை உணர்த்தவும் இணையை அடையவும் பயன்படுகிறது. பிற விலங்குகள் ஆபத்தை உணர்த்தவும், இனப்பெருக்கத்திற்கு தம் தயார்நிலையை வெளிப்படுத்தவும், தன் இனத்தை அடையாளம் காணவும் ஒலியைப் பயன்படுத்துகின்றன.

(b) ஒலி எழுப்பும் முதுகெலும்பிகள்:-



பறவைகளின் எதிரொலிவழி இடனறிதல்
பறவைகள் அனுப்பும் அகவொலி திடப்பொருளில் பட்டுத் திரும்பும் எதிரொலியை வைத்து தன் இனத்தைச் சேர்ந்த பறவைகளுடன் தொடர்புகொள்ளுதல்.

மீன்கள் தம் நீந்துப்பை (Swimbladder) களில் அதிர்வை ஏற்படுத்தியும், பற்களைக்கடித்தும் ஒலி எழுப்புகின்றன. கிலுகிலுப்பைப் பாம்புகள் (Rattle snake) தம் வாலின்நுனியில் உள்ள கடினமான செதில்களை அதிர்வடையச்செய்து ஒலியை ஏற்படுத்துகின்றன. நாரைகள் தம் அலகுகள் மூலமாகவும், உள்ளான் (Snipe) பறவைகள் தம் சிறகுகளைப் படபடவென அடித்தும் ஒலி ஏற்படுத்துகின்றன. கொரில்லாக்கள் தம் மார்பைப் பறை போல் பயன்படுத்துகின்றன. முயல்களும்,

மான்களும் தம் கால்களைத் தரையில் அடித்து ஒலி எழுப்புகின்றன. கேட்பொலித் தொடர்புறுதலுக்கு (Acoustic communication) பறவைகள் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாக விலங்குகின்றன. பறவைகள் ஏன் இசைக்கின்றன ? யாருக்கேனும் எதையாவது சொல்ல முயற்சிக்கின்றனவா ? இதற்கான விடை ஆம் என்பதே. பறவையின் இசை பொருளற்ற வெறும் ஒலியல்ல. பறவைகளின் இசையை அவற்றின் சிற்றினத்தைச்சேர்ந்த சகஉயிரிகள் சுலபமாக உணர்ந்து கொள்கின்றன. ஆண் பறவைகளின் குரல் கேட்கும் எல்லைக்குள் பெண் பறவைகள் இருந்தால் ஆண்பறவை தன் இசை மூலம் பெண்பறவைக்கு அழைப்புவிடுக்கின்றன. அதே இசை மூலம் பிற ஆண்பறவைகளுக்குத் தன் ஆட்சிஎல்லை பற்றிய அறிவிப்பையும் விடுக்கின்றன.

(c) யானைகள் மற்றும் திமிங்கிலங்களில் அகவொலி தொடர்புறுதல்

(Infrasound communication among elephants and whales) :-

சராசரி மனிதனால் 20 Hz முதல் 20 Khz க்கு இடைப்பட்ட ஒலியை மட்டுமே கேட்கமுடியும். மனிதர்களின் கேட்பொலி எல்லைக்குக் கீழே உள்ள ஒலி அகவொலி (infrasound) என்றும் கேட்பொலி எல்லைக்கு மேலே உள்ள ஒலி மீயொலி (ultrasound) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. அகவொலி மற்றும் மீயொலி ஆகிய இரண்டு ஒலிகளுமே மனிதர்களால் கேட்க இயலாதவை. அகவொலியானது காற்று, நெருப்பு, நீர் மற்றும் பூமி ஆகியவற்றால் விளையும் பெருங்காற்று, இடி, எரிமலை, பெருங்கடற்புயல் மற்றும் நில அதிர்ச்சி போன்றவற்றால் எற்படுகிறது. பெண் யானைகள் ஒன்றை ஒன்றைப் பாராட்டிக்கொள்ளவும் ஆபத்தைத் தெரிவிக்கவும், எதிர்பாலினத்தைக் கவரவும் அகவொலியைப் பயன்படுத்துகின்றன. யானைப் பிளிறலின் குறைந்தபட்ச அதிர்வெண் 14 முதல் 35 ஹெர்ட்ஸ் வரை இருக்கின்றது.

துடுப்புமுதுகுத் திமிங்கிலங்களின் அகவொலி அழைப்புகளை ஆராய்ச்சியாளர்கள் பதிவு செய்துள்ளனர். நூறு மைல் தூரம் வரை நீரில் கேட்கக்கூடிய அதிர்வெண் உடைய அகவொலியைத் திமிங்கிலங்கள் ஏற்படுத்துகின்றன. பல கடல்வாழ் பாலூட்டிகள் இனத்தனித்தன்மை வாய்ந்த இசைப் பாங்கினை (Species specific song pattern) ஏற்படுத்துகின்றன. திமில்முதுகுதிமிங்கிலங்கள் (Humpback whales) ஏற்படுத்தும் ஒலிகள் ஆண்டின் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் ஒவ்வொரு விதமாக மாறிக்கொண்டே இருக்கின்றன. சில திமிங்கிலங்களின் இசை ஆண்டுதோறும் மாறிவருகின்றன. மேலும் திமிங்கிலங்களின் இசை பறவைகளின் இசையை ஒத்திருக்கின்றன என்பதும்

கண்டறியப்பட்டுள்ளது. திமிங்கிலங்களின் இசையினை ஒலிப்பதிவு செய்து அதிக RPMல் (Revolution per minute) கேட்டால் பறவைகளின் ஒலியைப் போல ஒலிக்கின்றன. டால்ஃபின்களும் ஸ்பெர்ம் (நெய்த்தலை) திமிங்கிலங்களும் எதிரியைத் தாக்க ஒலி லேசர்கள் (Sound lasers) எனப்படும் பெரும் ஒலியை ஏற்படுத்துகின்றன.

(d) சோனார் (Sonar) கடல் போக்குவரத்து (Navigation) மற்றும் தொடர்புறுதல்:–

கொல்லித் திமிங்கிலம் (killer whale), நெய்த்தலை திமிங்கிலம் (Sperm whale), டால்ஃபின்கள் மற்றும் கடற்பன்றிகள் (Porpoises) போன்றவை ஓடோன்டோசெட்டிகள் (Odontocetes) (அ) பற்திமிங்கிலங்கள் (The toothed whales) என்று வகைபாடு செய்யப்பட்டுள்ளன. இவ்விலங்குகள் தொடர்ச்சியாக மீயொலி அலைகளை (ultrasonic sound waves) ஏற்படுத்துகின்றன. இவ்வொலிகள் வீறிடுதல் Squawks), சீழ்க்கையொலி (whistles) கீச்சொலி (Squeaks), முனகல் (Groans), குறைத்தல் (Barks), கிலுகிலுப்பை ஒலி (Rattle) என்று வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. திமிங்கிலங்கள் எழுப்பும் மீயொலி அலைகள் கடலில் உள்ள பொருட்களில் பட்டுத் திரும்பிவருகின்றன. இதனை உணரும் திமிங்கிலங்கள் இப்பொருட்களைவிட்டு விலகி நீந்துகின்றன. அல்லது எதிரே உள்ள பொருள் அவற்றின் இரை என்றால் அதை உண்ணும் நோக்கத்துடன் இரையைநோக்கிக் செல்கின்றன. கிளார்க் மற்றும் எல்லிசன் (1987) (Clark and Ellison (1987)) ஆகியோர் பெரிய பனிப்பாறையை நோக்கிச் செல்கின்ற திமிங்கிலங்களை ஆராய்ந்தனர். முதலில் தலைமையேற்று வருகின்ற திமிங்கிலம் பனிப்பாறையை ஓரளவுக்கு நெருங்கிய பின்னரே அதனை உணர்ந்து அங்கிருந்து விலகிச் சென்றது. ஆனால் பின்தொடர்ந்து வந்த பிற திமிங்கிலங்கள் தலைமையேற்ற திமிங்கிலத்தை விட துரிதமாகப் பனிப்பாறையினை விட்டு விலகிச்சென்றன. முதல் திமிங்கிலத்திடம் இருந்து பெற்ற செய்தியினைப் பயன்படுத்தி பிற திமிங்கிலங்கள் தங்கள் பாதையை மாற்றிக் கொள்கின்றன என்று அவர்கள் கண்டுபிடித்தனர்.

நைல் நதியில் வாழும் மின்சார விலாங்கு மீன்கள் (Electric eel), தம்மைச்சற்றி ஒரு மின்புலத்தை (Electric field) ஏற்படுத்தி அங்குள்ள தடைகள் மற்றும் உணவு ஆகியவற்றைக் கண்டறிகின்றன.

(e) மனிதர்கள் நீங்கலான பிற பிரைமேட்டுகள் ஒலி எழுப்புதல்:-

தெல்மா ரோவெல் (1972) (Thelma Rowell 1972) பிரைமேட்டுகளில் இரண்டு வகை ஒலிகளை இனம் பிரித்துள்ளார்.

(1) சைகை (Gesture) யுடன் எழுப்பப்படும் ஒலி.

(2) சைகை இல்லாமல் எழுப்படும் ஒலி.

முதல் வகை ஒலியானது சண்டை (fight), பால்சார்ந்த செயல்பாடுகள் (Sexual activities), பயமுறுத்துதல் (Threatening) மற்றும் நட்புகொள்ளுதல் (Friendly) போன்ற சமயங்களில் ஒன்றை ஒன்று பார்த்துக் கொள்ளும்போது பயன்படுத்திக்கொள்ளப்படுகிறது. இரண்டாவது வகை ஒலியானது விலங்குகள் ஒன்றை ஒன்று பார்த்துக் கொள்ள இயலாத நிலையில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. குரங்குகள் அவ்வப்போது ஒலி எழுப்பித் தங்கள் இருப்பிடத்தை இனத்திற்கு தெரியப்படுத்துகிறன. டெஸ்மெண்ட் மோரிஸ் (Desmond Morries) என்னும் விலங்கியலாளரின் கூற்றுப்படி புதுஉலக பிமேமேட்டுகள் உச்சஸ்தாயி (high pitch) மற்றும் கீழ்ஸ்தாயி (low pitch) ஆகிய இரண்டு வகை ஒலிகளை ஏற்படுத்துகின்றன. உச்சஸ்தாயி ஒலியில் கீச்சொலி, சீழ்க்கை ஒலி மற்றும் உருட்டொலி (trills) போன்றவை அடங்கும். கீழ்ஸ்தாயியில் உறுமல், குரைத்தல், வேதனைக்குரல் (moan) போன்றவை அடங்கும்.

(f) எதிரொலிவழி இடனறிதல் (Echolocation):-

திசையமைவு அத்தியாயத்தில் காண்க.

(g) ஒலிஎழுப்பும் முதுகெலும்பற்றவை:-

பூச்சியினங்கள், சிலந்திகள் மற்றும் சுவர்க்கோழிகள் (Cricket) போன்றவை தம்முடைய புறச்சட்டகத்தை தட்டியும் சுரண்டியும், வளைத்தும், தேய்த்தும் ஒலியை எழுப்புகின்றன. வெட்டுக்கிளிகள் தம் பின்னங்காலில் உள்ள சீப்பு போன்ற அமைப்பை இறக்கையின் மேல் தேய்த்து ஒலியை எழுப்புகின்றன. சில்வண்டுகள் (Cicada) தம் உடலின் இரண்டு பக்கங்களிலும் உள்ள தட்டுபோன்ற அமைப்பைப் தம் இணையுறுப்புகளில் தேய்த்து ஒலியெழுப்புகின்றன. எறும்புகள் தம் வயிற்றுக் கண்டத்தின் முனையை ஏற்றிஇறக்கி 'chirp' ஒலியை ஏற்படுத்துகின்றன. ஸ்பாங்கலர் – 1967 (Spangler) முதன்முதலில் அறுவடை எறும்புகளில் இப்பண்பைக் (harvesting ant) கண்பிடித்தார். இந்த எறும்புகள் ஆபத்தில் இருக்கும்போது இவ்வொலியை எழுப்புவதாக வில்சன் (Wilson) கண்டுபிடித்தார். இலைவெட்டிஎறும்புகள் (Leafcutting ants) தம் புற்றுகள் சரியும்போது அதில் மாட்டிக் கொண்டால் உதவி கோரி இவ்வொலியை எழுப்புகின்றன. கரையான்கள் தம் தலை அல்லது வயிற்றுப்பகுதியில் அதிர்வுகளை ஏற்படுத்தி ஒலியை ஏற்படுத்துகின்றன.

II. பார்வைசார் தொடர்புறுதல் (Visual Communication):-

கண்களால் அறியக்கூடிய ஒளிக்குறிகள் (light signals) பார்வைசார் தொடர்புறுதலில் அடங்கும். சைகை, தோரணை, முகபாவம், மயிர்க்கூச்செறிதல் நிறமாற்றம் மற்றும் பல மீன்கள், பறவைகள், இருவாழ்விகள், பாலூட்டிகள் போன்ற விலங்குகள் வன்நடத்தைக் காட்சிகளை வெளிப்படுத்துதல் (Aggressive display) ஆகியவை பார்வை சார் தொடர்புறுதலுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

பார்வைகளால் தொடர்புறுதல் இரண்டு வகைப்படும்.

(1) அடையாளச் சின்னங்கள் (Badges):-

இது உடலின் நிறம் மற்றும் வடிவம் போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய புறத்தோற்றவியல் அமைப்புகள் கொண்டது. இதில் உரோமம், இறகுகள் போன்ற அமைப்பியல் தகவமைப்புகள் (Structural adaptations) காணப்படுகின்றது.

(2) வெளிப்பாட்டு நடத்தை (Display):-

விலங்குகள் தொடர்புறுதலுக்கு செயல்படுத்தும் இச்செய்கைகள் நடத்தையியல் தகவமைப்பு (behavioural adaption) ஆகும்.

பார்வைசார் தொடர்புறவு பெரும்பாலும் விலங்குகளின் வல்லாண்மையை வெளிப்படுத்தவும் (Dominance display), மூலம்அறியவிலா நடத்தைகளிலும் (Agnostic behaviour) மற்றும் காதலாட்டத்திலும் (Courtship) பயன்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு–1

தங்கள் தர வரிசையை (rank order) நிலைநாட்ட ஓநாய்களும் நரிகளும் பார்வைசார் குறிகளைப் (Visual signals) பயன்படுத்துகின்றன. இரண்டு போட்டியாளர்களும் ஒன்றைஒன்று சுற்றி வந்து, கடிக்க முயற்சிக்கின்றன. பின்னர் இரண்டில் ஒரு போட்டியாளர் கீழ்ப்படியும் விதமாக அல்லது அடங்கிப் போகும் விதமாக தரையில் படுத்துக்கொள்கிறது.

எடுத்துக்காட்டு–2

ஆண் முண்திமில்மீன் (stickle back fish) தன் இனப்பெருக்கக் காலங்களில் உடல் நிறத்தைப் பலவிதமாக மாற்றிக்கொள்கிறது. இம்மீன்களின் சிவந்த வயிறு பெண்மீன்களை ஈர்க்கின்றது. (டின்பெர்ஜென்) (Tenbergen)

ஈர்க்கப்பட்ட பெண்மீன்கள் தலையை உயர்த்தி. தம் தயார் நிலையை வெளிப்படுத்துகின்றன. ஆண்மீன்கள் அலைவழி இயக்கத்தினைப் (Zig zag motion) பயன்படுத்தி பெண்மீனின் கூட்டை நோக்கி வழிநடத்துகிறது. அங்கே பெண்மீன்கள் முட்டைகளை இடுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டு–3

பெரிய கண்களையுடைய வேட்டையாடும் எறும்புகளுக்கு மிகச்சிறந்த பார்வைத்திறன் உள்ளது. குறிப்பாக நகரும் பொருட்களை அடையாளம் காண்பதில் மிகவும் திறமைசாலிகள். இந்த உழைப்பெறும்புகள் நகராமல் நிற்கும் இரையை சட்டை செய்வதில்லை. ஆனால் அந்த இரை நகரத் தொடங்கியதும் அதை துரத்திச் சென்று பிடிக்கின்றன. ஃபார்மிகா லியூகுப்ரிஸ் (Formica *lugubris*) என்னும் முயிற்றெரும்புகள் தன் இரையைக் கண்டவுடன் அதன் மீது மோதி சுற்றிச் சுற்றி வந்து அருகில் உணவு தேடிக்கொண்டிருக்கும் பிற எறும்புகளுக்கு இரை கிடைத்துவிட்டதை அடையாளம் காட்டுகிறது. (ஸ்டேகர் (1931) மற்றும் வில்சன் (1960)) (Stager 1931 and Wilson 1960) ஸ்டேகர் இந்த அரிய செயலுக்கு 'கினாப்சிஸ்' (Kinopsis) என்று பெயரிட்டார்.

சில விலங்குகள் பல்வேறு வகைத் தொடர்புறுதல்களை இணைத்து பயன்படுத்துகின்றன. இலைவெட்டி எறும்புகள் (leaf cutting ants) வரிசையாகச் சென்று (பார்வை) இலைகளை வட்டமாக வெட்டி – ஃபெரோமோன்களின் (வேதியியல்) உதவியால் உணர்கொம்புகளை ஒன்றுடன் ஒன்று உரசி (தொடுஉணர்வு) செய்திகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. வெட்டிய இலைகளை தம் கூடுகளுக்கு எடுத்துச் சென்று சுத்தப்படுத்திக் கூழாக அரைக்கின்றன. அரைக்கப்பட்ட கூழில் ஒரு குறிப்பிட்ட வகைப் பூஞ்சைகளை வளர்க்கின்றன. இந்த பூஞ்சைகளை எறும்புகள் உண்கின்றன. வேறுவகைப் பூஞ்சைகள் வளர்ந்தால் உழைப்பெறும்புகள் அவற்றை அகற்றிவிடுகின்றன. இளம் அரசி எறும்பு கூட்டை விட்டு வெளியேறினால் சிறிதளவு பூஞ்சையை தம் உழைப்பெறும்புகளுக்கு காட்டுவதற்காக (பார்வை) எடுத்துச் செல்கின்றன.

பார்வைக்குறியீடுகளின் பயன்கள்:-

(1) பல உயிரினங்கள் தம் இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளுக்கிடையே தொடர்புறுதல் ஏற்படுத்த பார்வைக் குறியீடுகளைப் (visual signals) பயன்படுத்துகின்றன. (எ.கா) ஒளி புக இயலாத கடலடிப் பிரதேசங்களில் பல மீனினங்கள் வாழ்கின்றன. இவற்றில் ஒளிக்கோளங்கள் (photosphere) என்னும்

ஒளி உழிழும் உறுப்புகள் உள்ளன. இம்மீன்கள் தம் ஒளிக் கோளத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் பளிச்சிட வைத்துத் தம் இனத்துக்குத் தம்மை அடையாளம் காட்டுகின்றன.

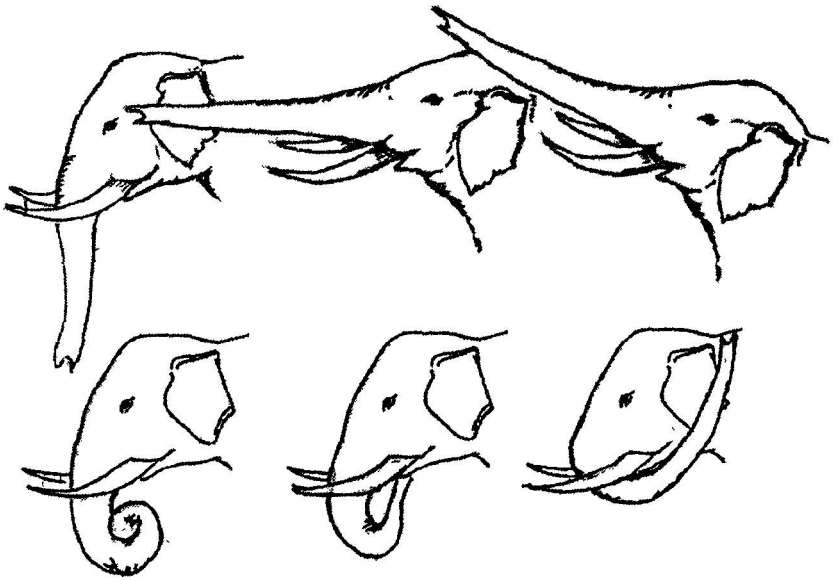
(2) எதிர்பாலினத்தைக் கவரப் பார்வைக் குறியீடுகள் பயன்படுகின்றன. பல விலங்குகள் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் தம் வெளித்தோற்றத்தை மாற்றிக்கொள்கின்றனன. பொதுவாக மங்கலான தோற்றமுடைய உரோமம், இறகுகள், தோல் மற்றும் செதில்கள் போன்றவை பலவண்ணமுடையவையாக மாறுகின்றன. ஆண் உயிரிகள் பெண் உயிரிகளுக்காகப் போட்டியிடுவதால் பெரும்பாலும் ஆண் விலங்குகளே இம்மாற்றத்தை மேற்கொள்கின்றன. ஒரு ஆண் இம்மாற்றங்களை மேற்கொள்ளத் தவறினால் தனக்கு ஒரு இணையை தேடிக்கொள்வதில் தோற்றுவிடும். இவ்வகை தொடர்புறுதல் பறவைகளில் அதிகம் காணப்பட்டாலும் மீன்கள், சாம்பர் மான் போன்ற விலங்குகளிலும் அதிகம் காணப்படுகிறது. எ.கா. மும்முள் முண்திமில் மீன் (three spined stickle back) தம் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் பலவித நிறங்களில் தோன்றுகிறது. சாம்பர் (செர்வஸ் யூனிகலர்) (cervus unicolor) மான்கள் ஒவ்வொரு இனப்பெருக்கக் காலங்களிலும் கொம்புகளைப் பெரிதாக வளர்த்துக்கொள்கின்றன.

செவ்விறகு கரும்பறவை (red winged black bird) ஒவ்வொரு பருவகாலத்திற்கும் தம் இறகுகளின் நிறத்தை மாற்றிக்கொள்ளாமல் ஆண்டு முழுவதும் ஒரே நிறத்துடன் மட்டுமே இருக்கும். ஆண் பறவையின் தோளில் பளிச்சென்ற சிவப்புநிறத்திட்டு காணப்படும். இது ஆண்டு முழுவதும் மறைந்தே இருக்கும். ஆனால் இனப்பெருக்க காலத்தில் மட்டும் பெண் பறவை காணும் வண்ணம் ஆண்பறவைகள் அழகான சிவப்பு நிறத்திட்டை வெளிப்படுத்துகின்றன.

நியூகினி மற்றும் வடக்கு ஆஸ்திரேலியாவில் காணப்படும் பாரடைஸ் பறவையானது (Bird of paradise) பல நிறங்களையுடைய வண்ணமயமான பறவையாகும். ஆண் பாரடைஸ் பறவை பெண் பறவையைக் கவர்வதற்காக பல நிறங்களைக் கொண்ட சிறகுகளை உருவாக்குகின்றது.

சில பார்வைக் குறியீடுகள் வன்நடத்தையையும் கீழ்ப்படிதல் நடத்தையையும் (Aggression and submission) குறிக்கின்றன. (எ.கா.) ஒரு நாய் தவறு செய்யும் போது அதைக்கண்டித்தாலோ அல்லது வெளியே செல்லுமாறு பணித்தாலோ, அந்நாய் கீழே உருண்டு மல்லாந்து நான்கு கால்களையும் பரப்பிக்கொண்டு முழுவதும் சரணடையும் தோரணையை வெளிப்படுத்துவது மட்டுமல்லாது நம்

இரக்கத்தையும் எதிர்பார்க்கிறது. இவ்வகை நடத்தையைத் தம்மைவிட பெரிய நாய்களை எதிர்நோக்க நேரிடும் போதும் வெளிப்படுத்துகின்றன.



யானைகள் தங்கள் தும்பிக்கையை வன்னடத்தையின் போதும் அடங்கிப்போகும் போதும் பயன்படுத்துகின்றன. தும்பிக்கையை நேராக நீட்டி, பிறகு 45° உயர்த்துதல் பயமுறுத்தல் மற்றும் வன்னடத்தையின் அடையாளமாகும். தும்பிக்கையைச் சுருட்டி காதுக்கு அருகில் வைத்துக்கொள்ளுதல் அடங்கிப்போவதன் அடையாளம் ஆகும்.

3) பார்வை குறியீடுகள் எச்சரிக்கை (Warning) செய்யவும் பயன்படுகிறது

மஞ்சள் – சிவப்பு நிறத்தைக் கொண்டிருக்கும் கம்பளிப்புழு மோசமான சுவையுடையது என்றும் பளிச்சென்ற நிறமுடைய குளவிகள் கொட்டும் என்றும், பலவண்ணப் பாம்புகள் நச்சுடையவை என்றும் எச்சரிக்கப் பார்வைகுறியீடுகள் பயன்படுகின்றன.

4) பார்வைக்குறிகள் உணவுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது:-

கடற்பறவைகளின் (Herring gull) கீழ்த்தாடையில் உள்ள செம்புள்ளி (Red spot) பசியாக இருக்கும் அதன் குஞ்சுகளுக்கு பார்வைக் குறியீடுடாகச்

செயல்படுகிறது. தாய்ப்பறவையின் உடலில் உள்ள செம்புள்ளியைக் குஞ்சுகள் கொத்தும்போது ஏற்படும் தொடுஉணர்ச்சியானது தாய்ப்பறவையைக் குஞ்சுகளுக்கு உணவூட்டத் தூண்டுகிறது.

5) பல விலங்குகள் பார்வைக் குறியீடுகளை ஏமாற்றுவதற்காகப் (Visual bluff) பயன்படுத்துகின்றன.

வல்லூறுவிட்டில் (hawkmoth) பூச்சியின் கம்பளிப்புழுவானது பாம்பின் தலையைப் போலத் தட்டையான தலையைக்கொண்டதாகும். இப்புழு தன் தலையைப் பாம்புபோல இங்கேயும் அங்கேயும் ஆட்டித் தான் தாக்குதலுக்குத் தயார் என்பதுபோல பொய்யாகக் காட்டும். பறவை நெருங்கும் போது மயில்வண்ணத்துப்பூச்சிகள் (Peacock butterflies) தன் இறக்கையை விரித்து அதில் உள்ள கண்போன்ற புள்ளிகளை வெளிப்படுத்தி பாம்பைப் போல சீறும் ஒலியை ஏற்படுத்தும். பன்றிமூக்குப் பாம்பு (Hog nosed snake) மல்லாந்து படுத்து, தன் மீதிருந்து ஒரு வித துர்நாற்றத்தை உற்பத்தி செய்து, இறந்து அழுகிக் கொண்டிருக்கும் உடல் போன்ற தோற்றத்தை ஏற்படுத்தும். மரப்பாம்புகள் (wood snake) எதிரியைப் பயமுறுத்த அழுகிய தசைபோன்ற துர்நாற்றம் வீசுகின்ற ஒருவிதத் திரவத்தை உமிழும். இப்பாம்பு எதிரியைக் கண்டதும் கண்களைச் சிவக்கவைத்தும் வாயிலிருந்து சிறிது இரத்தம் ஒழுகும்படியும் செய்து எதிரிகளை விரட்டும். எனவே இவ்விருபாம்புகளும் பார்வைக்குறியீடு மற்றும் வேதியியல் குறியீடு ஆகிய இரண்டு வகைகளையும் பயன்படுத்துகின்றன.

6) உயர்விலங்குகளில் முகபாவங்கள் (facial expressions) தொடர்புறுதலுக்குப் பயன்படுகின்றன. குரங்குகளிலும் மனிதக்குரங்குகளிலும் பார்வைத் தொடர்புறுதல் முக்கியமானதாகும். பிரைமேட்டுகளின் கண்கள் மிகச்சிறிய அசைவையும் மிகச்சிறிய வடிவத்தையும் கூட மிக நன்றாக உணர்ந்துகொள்கின்றன. மனிதர்கள் நீங்கலாகப் பிற பிரைமேட்டுகளின் பார்வைக் குறியீடுகளில் கீழ்க்கண்டவைகள் அடங்கும்.

(1) தோரணை (2) சைகை (3) வாலின் அசைவு (4) மயிர்க்கூச்செறிதல்.

தோரணை (Posture) :-

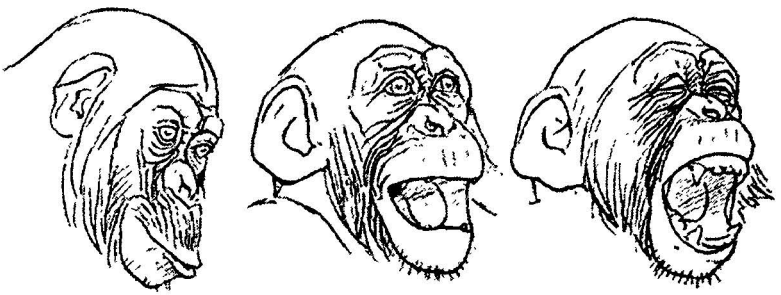
நிற்றல், உட்காருதல் மற்றும் படுத்தல் (அ) கிடத்தல் ஆகியவை தோரணையில் அடங்கும். பொதுவாகக் குரங்குகள் உட்காருதல், நடத்தல், முகுகெலும்பின் வடிவம் மற்றும் கைகால்கள் உடலுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்

பகுதியின் கோணம் போன்றவற்றைக் கொண்டு செய்திகளை வெளிப்படுத்துகிறன. ஒரு கொரில்லா ஆத்திரப்படும் போது புற்களைப் பிடுங்கி வீசுதல், தன்மார்பில் அடித்துக் கொள்ளுதல், தன் கால்களால் தரையை ஓங்கித் தட்டுதல் போன்ற செயல்களைச் செய்கின்றன. தன்னம்பிக்கை இல்லாத குரங்கு நேராக அமராமல் தோள்களுக்குள் தலையை புதைத்துக் கொண்டு, கை கால்களை உடல் பக்கமாக வளைத்தபடி, கைகளை முழங்கால்களுக்கிடையில் வைத்துக்கொண்டு உட்கார்கின்றன. நடக்கும்போது வாலைத்தொங்கவிட்டபடி முழங்காலையும் முழங்கையையும் வளைத்து நடக்கின்றன. ஆனால் தன்னம்பிக்கையுள்ள குரங்குகள் கைகளைப் பரப்பி காலை நீட்டி வசதியாக அமர்கின்றன. நடக்கும் போதும் இயல்பாக வாலை மேலே தூக்கி முதுகுப்புறத்தில் வைத்தபடி நிமிர்ந்த தலையுடன் நீண்ட அடி வைத்து நடக்கின்றன.

சைகை (Gestures):-

முகக்குறிப்பையோ அல்லது வால் போன்ற உடற்பகுதிகளையோ பயன்படுத்தி செய்யப்படுவது சைகை ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு மாணவன் ஒரு ஆசிரியரின் விரிவுரையைக் கவனிக்கும்போது தன் தலையைக் கைகளால் தாங்கியபடி அமர்ந்திருந்தால் அவன் உட்கார்ந்து கவனிப்பது போன்ற தோரணை இருந்தாலும் அவன் வெளிப்படுத்துவது சலிப்பு (bore) அல்லது களைப்பு (tired) என்ற சைகை ஆகும்.

மனிதர்கள் நீங்கலான பிற பிரைமேட்டுகளின் முகக்குறிப்புகள்:-



அ. கவனம் கொள்ளுதல் ஆ. எச்சரிக்கை செய்தல் இ. கோபம் கொள்ளுதல்

சிம்பன்சிக்கள் தம் உணர்ச்சிகளை வெளிப்படுத்துதல்

இரண்டு சிம்பன்ஸிகள் சந்திக்கும்போது தங்கள் கரங்களால் ஒருவர் கட்டிப்பிடிப்பது போன்ற சைகைகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. நட்புபாராட்டும் போது கைகளைப் பிடித்துக் கொள்ளுதல், ஒருவரை ஒருவர் தட்டிக் கொடுத்தல் போன்ற சைகைகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. வன்னடத்தையின் போது (aggression), சிம்பன்ஸிக்கள் வாயை மூடிக்கொண்டு உதடுகளைப் பிதுக்குகின்றன. சில சமயங்களில் வாயை அகலமாகத் திறந்து அனைத்துப் பற்களையும் வெளிப்படுத்தி ஊளையிடுகின்றன. மரக்கிளைகளை அல்லது பெரிய பொருட்களை அசைத்தல், பெரும் ஒலி எழுப்புதல் போன்றவை ஆண் பிரைமேட்டுகளில் அதிகம் காணப்படுகின்றன. பொதுவாக ஜெட் விமானத்தின் ஒசை போன்ற பெரும் ஒசையைத் திடீரெனக்கேட்கும்போது கிளைகளை அசைக்கின்றன. புது விலங்குகளைக் காணும்போதும், அச்சுறுத்தப்படும்போதும்கூட கிளைகளை அசைக்கின்றன. அச்சப்படும் போது வாயை மூடிக்கொண்டு உதடுகளை மட்டும் திறந்துபற்களை வெளிக்காட்டுகின்றன. புதுஉலக குரங்குகளில் பல சிறு குரங்குகள் (small sized) பொதுவாக மயிர்க்கூச்செறிதலை வெளிப்படுத்துகின்றன.ரீசஸ் குரங்குகள் கால்களுக்கிடையில் வாலை வைத்துக் கொள்ளுதல் அடங்கிப் போகும் தன்மையைக் (Subdominant) குறிக்கிறது. வாலை உயர்த்தி வைத்துக்கொள்ளுதல் வல்லாண்மை (Dominant) யுடைய குரங்கின் தன்மையைக் குறிக்கிறது.

பார்வைசார்தொடர்புறுதல், உடனடியாகச் செய்தியை வெளிப்படுத்தி இணைகளைக் கவர்வதற்கும், இரையைப் பிடிப்பதற்கும், எதிரிகளை விரட்டவும் பயன்படுகிறது. எனினும், பார்வைத் தொடர்புறுதலுக்குச் சில எல்லைகள் உள்ளன. பார்வைக்குறியீடுகளை நீண்ட தூரத்திற்கு அனுப்ப முடியாது. மேலும் நிறங்கள் எதிரிகளையும் கவர்கின்ற காரணத்தால் பல விலங்குகள் இந்த நிறங்களை மறைத்து வைத்திருந்து தேவையானபோது மட்டுமே வெளிப்படுத்துகின்றன. (எ.கா) திடீரெனச் சிறகுகளை விரித்தல், தொண்டைப்பகுதியை உப்பவைத்தல் (bloating) போன்றவை.

III. தொடுஉணர்வு தொடர்புறுதல் (Tactile communication):-

உடல் தொடுகை மூலம் எற்படும் தொடர்புறுதல் தொடு உணர்வுக் குறிகளில் அடங்கும். தொடுஉணர்வானது குழுகப் பிணைப்பு (Social bonding) குழந்தைக் கவனிப்பு (infant care) மற்றும் கலவி ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படுகிறது தொடு உணர்வு தொடர்புறுதல் மூலம் விலங்குகள் ஏதாவது ஒரு முறையில் மற்றொரு விலங்கினைத் தொட்டு ஏதாவது ஒரு செய்தியை தெரியப்படுத்துகிறது. நம்

அன்றாட வாழ்க்கையில் நாம் காணும் பூனை நம் உடலின்மீது அதன் உடலை உரசி தன் அன்பை வெளிப்படுத்துதல் இதற்கான சரியான எடுத்துக்காட்டு ஆகும். மாக்குரங்குகள் (baboons), ரீசஸ், நெடுவாற்குரங்கு (Langur), கிப்பன்கள் (Gibbon) மற்றும் சிம்பன்ஸிக்கள் போன்ற பிரைமேட்டுகளில் தொடு உணர்வு மூலம் தொடர்புறுதல் அதிகம் நடைபெறுகிறது. இவ்விலங்குகள் அடிக்கடி ஒன்றையொன்று அன்புடன் கட்டித் தழுவுகின்றன. மேலும் லேசாகத் தொட்டு, பிடித்துத்தள்ளி, லேசாகக் கடித்து விளையாடுகின்றன.

குழுகாய விலங்குகளில் தொடல் ஒரு முக்கியமான தொடர்புறுதல் வகையாகும். புலிகள், ஆடுகள், மான்கள் மற்றும் நாய்கள் தங்கள் குட்டிகளை நக்கியும், கரடிக்குட்டிகள், குரங்கு குட்டிகள் மற்றும் நாய்க்குட்டிகள் போன்றவை ஒன்றின் மீது ஒன்று ஏறிக்குதித்து, பிடித்திழுத்து மல்யுத்தம் செய்வது போலவும் விளையாடுகின்றன. மறிமான்கள், மான்கள், யானைகள், புலிகள் போன்றவற்றின் ஆண் விலங்குகளில் தம் வல்லாண்மையை வெளிப்படுத்தத் தொடு உணர்வு பயன்படுகிறது.

பறவைகளுக்கு அலகுகளால் கொத்துதல் (billing) பல பயன்பாடுகளைத் தருகிறது. அகபோர்னிஸ் பெர்சனாலா (Agapornis *personala*) என்னும் காதல் பறவைகள் கலவிக்குப் பிறகு ஒன்றையொன்று வாஞ்சையுடன் லேசாக கொத்திக் கொள்கின்றன. ஆனால் பிற பறவைகளுடன் சண்டையிடும்போது கடுமையாகக் கொத்துகின்றன.

குழுகாய விலங்குகளில் தொடுஉணர்வு தொடர்புறுதல்:-

பிரைமேட்டுகள் பெருங்கூட்டமாக வாழும் குழுகாய விலங்குகள் ஆகும். குழுக்களிடையே பந்தம் ஏற்பட்டு அமைதியாக வாழ, தொடுதல் வழிவகுக்கின்றது. பெண் பிரைமேட்டுகள் அடிக்கடிக் குட்டிகளை ஆரத்தழுவி மகிழ்ச்சியூட்டி ஆறுதல் கொடுக்கின்றன. கடல் நீர்நாய்கள் தங்கள் முகங்களை உரசி மூக்கைத் தொடுகின்றன. சில சமயங்களில் பிற கடல்பாலூட்டிகளான கடற்சிங்கம் கடற்பசு போன்றவற்றின் மூக்கையும் கூட உரசுகின்றன.

குழுகாயப் பூச்சிகளில் தொடு உணர்வுத் தொடர்புறுதல்:-

எறும்புக் கூட்டங்களில் உள்ள எறும்புகள் எப்போதும் ஒன்றை ஒன்று தொட்டுக் கொண்டும் தட்டிக் கொண்டும் இருக்கின்றன. இச்செய்கைகளால் எறும்புகளுக்கிடையே உள்ள குழுகாயப் பந்தங்கள் உறுதிப்படுகின்றன.

உணவு தேடும் ஒரு தேனீயானது ஒரு புதிய உணவு ஆதாரத்தைக் (food source) கண்டுபிடித்து விட்டால் தன் கூட்டுக்குத் திரும்பிய உடன் ஒரு விரிவான நடனத்தை ஆடுகிறது. இது ஆஸ்திரேலிய விலங்கியலாளரான கார்ல் பான் ஃப்ரிஸ்ச் (Karl Von Frich) என்பவரால் விளக்கப்பட்டுள்ளது. நடனமாடும் தேனீயில் இருந்து தேன் கூட்டில் உள்ள பிற தேனீக்களுக்கு உடல்சார் தொடுதல் மூலம் (physical touch) உணவு பற்றிய செய்தி முதலில் தெரிவிக்கப்படுகிறது. பின்னர் நடனமாடும் தேனீயின் திசையமைவு (orientation), நடனத்தின் வேகம், நடனத்தேனீ நடனமாடுகின்ற பரப்பின் அளவு போன்றவற்றை வைத்து உணவு ஆதாரம் இருக்கின்ற இடம், தொலைவு ஆகியவிஷயங்கள் பிற தேனீக்களுக்கு தெரிவிக்கப்படுகிறது. உணவு ஆதாரம் அருகில் இருந்தால் வட்டமாகவும் (Round dance) தொலையில் இருந்தால் 8 போன்ற வடிவத்திலும் (waggle dance) நடனமாடுகின்றன என கார்ல் வோன் ஃப்ரிஸ்ச் கூறியுள்ளார். அதன் பிறகு கூட்டில் உள்ள பிற தேனீக்கள் நடனமாடும் தேனீயைப் பின்பற்றிச் செல்கின்றன.

சில பூச்சி இனங்கள் எறும்புகளைத் தம் பாதுகாவலராக வைத்துள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக செடிப்பேன்கள் (Aphids) எறும்புகளை தம் பாதுகாவலராக வைத்துள்ளன. இதற்கு ஈடாகச் செடிப்பேன்கள் எறும்புகளுக்குத் தேன் போன்ற ஒரு வித உணவைத் தருகின்றன. எறும்புகள் பசிக்கும் போது தம் உணர்கொம்புகள் மூலம் செடிப்பேன்களைத் தட்டி உணவைக் கேட்கின்றன.

சில விலங்குகள் பிற இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்குகளுடன் தொடர்புறுதல் கொள்கின்றன. (எ.கா) பெண் கொல்லிமான் பறவையானது (killdeer bird) தன் கூட்டை நோக்கிச் செல்கின்ற எதிரியைக் காணும் போது தன் சிறகுகள் உடைந்து விட்டது போல் பாவனை செய்து எதிரியின் கவனத்தை கூட்டிலிருந்து திசை திருப்பிவிடுகின்றது.

துப்புறவாக்கம் (Grooming):-

இதில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன.

(1) துப்புறவாக்குதல் (Grooming behaviour):-

பிரைமேட்டுகளில் உடல் பரப்பானது பெரும்பாலும் விரல்கள் மூலம் சுத்தம் செய்யப்படுகிறது. எனினும் உடல் பரப்பானது வாய் மூலமாக நக்கியும், பற்களால் சீவியும் சுத்தம் செய்யப்படுகிறது. லெமூர்களில் கீழ்த்தாடையில் உள்ள வெட்டும் பற்கள் சீப்பைப் போலப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மரமூஞ்சூறுகள் தம் பற்களையும்

நாக்கையும் பயன்படுத்தி உடற்பரப்பைச் சுத்தம் செய்கின்றன. மக்காக்கா ரேடியேட்டா குரங்குகள் ஒருவருக் கொருவர் சுத்தம் செய்து கொள்கின்றன. வல்லாண்மை அதிகமாக வெளிப்படும் மக்காக்கா குரங்குகள் மற்றும் மாக்குரங்குகளில் துப்புரவாக்கம் அதிகம் காணப்படுகிறது. குறைந்த தரத்திலுள்ள விலங்குகள் உயர் தரத்திலுள்ள விலங்குகளைச் சுத்தம் செய்கின்றன. மக்காக்கா முலேட்டா (Macaca mulatta) குரங்குகளில் குறைந்த தரத்தையுடையவை உயர்தரக் குரங்களை சுறுசுறுப்பாகவும் சுத்தம் செய்யப்படும் குரங்கின் நிலைக்கேற்ப தன்னைச் சரிசெய்து கொண்டும் சுத்தம் செய்கின்றன. ஆனால் உயர்தரக் குரங்குகள் குறைந்த தரமுடைய விலங்குகளுக்குக் குறைந்த வேகத்தில் சுத்தம் செய்கின்றன.

துப்புறவாக்கத்தைவிடக் குறைந்த தர மற்றும் உயர்தரக் குரங்குகளுக்கு இடையே காணப்படும் குமுகாயத்தடைகளைக் களைவதே துப்புறவாக்கத்தின் முக்கிய நோக்கமாகும். சுத்தப்படுத்துதல் குரங்குகளுக்கு மகிழ்ச்சியையும் திருப்தியையும் அளிக்கின்றது. வன்னடத்தை உள்ள குமுகாய விலங்குகளான குரங்குகளிடையே ஒற்றுமையும் அமைதியும் நிலவத் துப்புரவாக்கம் மிகவும் பயன்படுகிறது.

2) அழைத்தல் நடத்தை (Invitation behaviour):-

தன்னைச் சுத்தம் செய்யும்படி துப்புறவாளரை அழைத்த ஒரு விலங்கானது துப்புறவாளரை (Groomer) நோக்கிச் சென்று அதன் நேரெதிரே முதுகுப்புறத்தைக் காட்டி உட்கார்ந்து பக்கவாட்டில் திரும்பிக் கொள்கிறது. சுத்தம் செய்யும்படி அழைத்த விலங்கு துப்புறவாளரை நேராகப் பார்க்காமல் தலையைப் பக்கவாட்டில் திருப்பிக் கொள்ளும். ஏனெனில் நேராகப் பார்ப்பதென்பது பயமுறுத்துவதின் அடையாளமாகும். துப்புறவாளர் உரோமத்தை சுத்தம் செய்ய ஆரம்பித்த உடன் சுத்தம் செய்யப்படும் குரங்கு தன்னைத் தேவையானபடி சரி செய்து கொண்டு உடலின் பல்வேறு பகுதிகளையும் காட்டிச் சுத்தம் செய்துகொள்கிறது. ரீசஸ் குரங்குகளில் பெரும்பாலான நேரம் பெண்குரங்கு தன் இணைக் குரங்கினை துப்புறவாக்கும் வேலையைச் செய்கிறது. சில நேரங்களில் மட்டும் ஆண்குரங்கு தன் இணைக் குரங்கினைச் சுத்தப்படுத்துகிறது.

IV. வேதியியல் குறியீடுகள்:-

வேதிப்பொருட்கள் மூலம் தொடர்புறுதல் இதில் அடங்கும். ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளால் அனுப்பப்பட்டுப் பிறகு பெறப்படும் வேதியியல் குறியீடுகள்

ஃபெரமோன்கள் (Pheromones) எனப்படும். சக்தி வாய்ந்த ஃபெரமோன்களில் சிறிதளவு சிறுநீர், வியர்வை அல்லது உடலில் சுரக்கும் பிற திரவங்கள் மூலம் நீரிலோ அல்லது காற்றிலோ கலந்து விட்டால் கூட மற்றொரு உயிரியின் நடத்தையில் மாறுதலை உண்டாக்கிவிடும். பார்வைசார், ஒலிசார் மற்றும் தொடுஉணர் குறிகளைப் போல அல்லாது ஃபெரமோன்கள் சுற்றுச் சூழலில் நீண்ட காலம் நிலைத்திருக்கும். பெண் பூனைகள், தாம் வெளியிடும் ஃபெரமோன்கள் எப்போது இணையை அடையும் என்று அறியாமலேயே ஃபெரமோன்களை வெளியிட்டுத் தாம் இனப்பெருக்கத்திற்கு தயார் என்பதைச் சமிக்ஞை செய்கின்றன. சமிக்ஞை செய்த விலங்கானது நெடுந்தூரம் சென்றுவிட்ட பின்னரும் கூட அவை விட்டுச் சென்ற செய்தி சூழ்நிலையில் நீடித்திருக்கும். எனினும் ஃபெரமோன்கள் சிக்கலான அல்லது மாறிக் கொண்டிருக்கும் செய்திகளை எடுத்துச்செல்வதில் சிறந்தவை அல்ல. ஏனெனில் ஃபெரமோன்கள் பரவும் திசையானது சமிக்ஞை செய்தவரைக் காட்டிலும் நீர் மற்றும் காற்று ஆகியவற்றால் தான் அதிகம் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. மழை மற்றும் பெரும் காற்று போன்றவை ஃபெரமோன்களின் திறனைப் பெருமளவில் குறைத்துவிடுகிறது. எனவே பிற வழிகளை ஒப்பு நோக்குகையில் ஃபெரமோன்கள் மூலம் தொடர்புறுதல் மந்தமான வழியாகும்.

வீட்டு மூஞ்சூறுகள், வரிக்கழுதைப்புலிகள், கருப்புவால்மான் போன்றவை தகைப்பு (stress) ஏற்படும் நேரங்களில் வாசனைப் பொருள்களை வெளியிடுகின்றன. பிற பாலூட்டிகள் தம் ஆட்சி எல்லைப்பகுதி, இணை, குட்டிகள் போன்றவற்றை வாசனைப் பொருள் மூலம் குறியிடுகின்றன. இந்த வாசனைப் பொருள் சிறுநீர், மலம், உமிழ்நீர் போன்றவற்றுடன் வெளியிடப்படுகிறது. சில சுரப்பிகள் மூலமும் ஃபெரமோன்கள் வெளியிடப்படுகின்றன.

I சிறுநீர் மற்றும் மலத்தை பயன்படுத்தி தொடர்புறுதல்:-

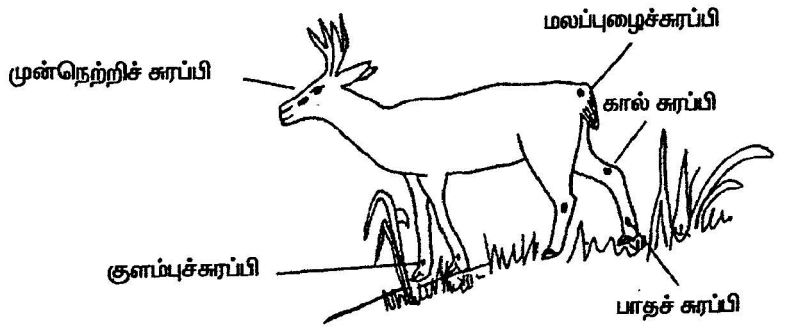
சிறுநீர் மற்றும் மலம் ஆகியவற்றின் முதல் பயன்பாடு வாசனைக் குறியின் உள்ளகப் பரப்பு (core area), (உள்ளகப் பரப்பு என்பது ஒரு விலங்கானது அதிகமாகப் பயன்படுத்திய மற்றும் மிகவும் பாதுகாப்பான இடம்), அக வீச்செல்லை (Home range), (அகவீச்செல்லை என்பது உள்ளகப் பரப்பைச் சுற்றியுள்ள பரப்பு, அதிகம் பயன்படுத்திய ஆனால் குறைந்த பாதுகாப்புள்ள இடம்) அல்லது ஆட்சிஎல்லை (Territory) (அக வீச்செல்லையைச் சுற்றியுள்ள பயன்படுத்தப்பட்ட பகுதி ஆனால் பாதுகாப்பற்ற பகுதி) ஆகிய இடங்களை கண்டறிவதாகும். சில விலங்குகள் வழியறியவும் ஓய்வெடுக்கும் இடம், இரைதேடும் இடம் மற்றும் உறங்கும் இடம் ஆகியவற்றைக் கண்டறியவும் சிறுநீரையும் மலத்தையும் பயன்படுத்துகின்றன. ஆண் நீர்யானையானது (Hippopotamus) தாம்

ஓய்வெடுக்கும் நீர்நிலையிலிருந்து வெளியேறி உணவைத் தேடிச் செல்லும் போது தாம் செல்லும் வழியில் ஆங்காங்கே உள்ள குறிப்பிடத்தக்க பொருட்களின் அருகில் தன் சாணத்தை விட்டுச் செல்கின்றது. சாணத்தை இடும் போது தன் வாலை பக்கவாட்டில் ஆட்டி தன் மூக்கு உயரம் வரை வளர்ந்துள்ள தாவரங்களின் மீது படுமாறு சாணத்தை இறைக்கிறது. இதன் மூலம் வாசனை வெளிப்படுத்துவது மட்டுமில்லாது கண்பார்வையில் படுமாறும் சாணத்தை இடுகின்றது. புலிகள் சில இடங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து அங்கே தம் மலத்தை கழிக்கின்றன. மரநாய் மற்றும் புனுகுப்பூனை ஆகியவை தம் பாதையில் சில குறிப்பிட்ட இடங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து அங்கே மலத்தை இடுகின்றன.

தென்கிழக்கு ஆசிய நாடுகளில் காணப்படும் சிறு மந்த தேவாங்கு (Slow loris) தம் ஆட்சி எல்லையைத் தன் சிறு நீரின் மூலம் குறித்துக் காட்டுகிறது. தென் மத்திய அமெரிக்காவில் வாழும் காபுசின் (capuchin) என்னும் குரங்கு அடர்ந்த காடுகளில் கூட்டமாக வாழ்கின்றன. ஒவ்வொரு கூட்டமும் தனி அகவீச்செல்லை கொண்டுள்ளது. அதிலுள்ள முதிர்ந்த குரங்குகள் தம் பாதங்களையும் கைகளையும் சிறுநீரில் நனைத்து இலைகளின் மீது பூசி தம் எல்லையைக் குறிக்கின்றன. இது சிறுநீரால் கழுவுதல் (urine washing) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்தியாவில் வாழும் சாம்பர் மான்கள் இனப்பெருக்கக் காலங்களில் தம் ஆட்சி எல்லையை தம் சாணம் மற்றும் சிறுநீரால் குறியீடு செய்கின்றன.

சிங்கங்கள், புலிகள் மற்றும் சிறுத்தைகள் போன்றவை தங்கள் அக வீச்செல்லையை ஃபெரமோன்களின் மூலம் குறிக்கின்றன. கரடிகள் முதலில் மரப்பட்டைகளைக் கீறி மெல்லுகின்றன. அந்த மரங்களின் மீது அடிக்கடிச் சிறுநீர் கழித்து தங்கள் அடையாளக் குறியை உறுதிசெய்கின்றன.

II. சிறப்புச் சுரப்பிகள் பயன்பாடு:-



பல விலங்குகள் தொடர்புறுதலுக்குத் தம் சிறுநீரையோ அல்லது மலத்தையோ சார்ந்திருப்பதில்லை. இந்த விலங்குகளில் வாசனை உற்பத்தி செய்யும் சிறப்புத்தன்மை வாய்ந்த சுரப்பிகள் உள்ளன. இந்த சுரப்பிகளைத் தேவையான போது பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம் என்பதால் விலங்குகள் சிறுநீர் மற்றும் மலத்தின் மூலமாக தேவையில்லாமல் ஃபெரமோன்களை வெளியேற்றுவது தடுக்கப்படுகிறது.

(a) மலப்புழைச்சுரப்பி (Anal gland):-

ஒருபுழைப்பாலூட்டிகள் (monotreme) (முட்டையிடும் பாலூட்டிகள்), பைப்பாலூட்டிகள் (Marsupials) மற்றும் நச்சுகொடியுடைய பாலூட்டிகள் (Placentals) ஆகியவற்றில் இம்முறையில் தொடர்புறுதல் நடைபெறுகிறது. இதில் விலங்குகள் தம் சுரப்பிகளை தரையில் அல்லது ஏதாவது ஒரு பொருளின் மீது தேய்த்துக் குறியிடுகின்றன. முள்ளுடை எறும்புத்தின்னிகள் (Spiny ant eater) தன் பொதுப்புழையைத் (cloaca) தரையில் தேய்த்து வாசனைக்குறியீட்டை விட்டுச் செல்கிறது. டாமரின் **(Tamarin)** என்னும் அணில் குரங்குகள் வலுவான வாசனையை உடைய திரவத்தைத் சுரக்கின்றன. இந்த வாசனை பிற விலங்குகள் அணில் குரங்கினை அணுகாமல் தடுக்கிறது. சிறு உருவமும் நீண்ட வாலும் உடைய வளையவால் லெமூர் (Ring tailed Lemen) இனத்தில், ஆண் மற்றும் பெண் லெமூர்களின் முன்னங்கால் மற்றும் மலப்புழை ஆகிய இடங்களில் உள்ள சுரப்பிகள் மூலம் தங்கள் ஆட்சி எல்லைப் பகுதியைக் குறிக்கின்றன.

(b) உமிழ்நீர் சுரப்பிகள் மூலம் தொடர்புறுதல்:-

கரடி, நாய், பன்றி மற்றும் பல விலங்குகளில் உமிழ்நீர் குறியிடுவதற்குப் பயன்படுகிறது. பல பைப்பாலூட்டிகள் மரக்கிளைகளில் உள்ள இலைகளை மெல்லும்போது தம் உமிழ்நீரை அங்கு விட்டுச் சென்று தம் எல்லையைக் குறியிட்டுக் காட்டுகின்றன. குறுமுள்ளெலி (lesser Hedgehog) முதலில் ஒரு பொருளின் மீது உமிழ்நீரை உமிழ்ந்து விட்டுப் பின்னர் அப்பொருளைச் சுரண்டிக் குறியிடுகின்றன. பெண் எலிகள் தன் மார்புக்காம்புகளை நக்கி குறியீடு செய்கின்றன. இதன் மூலம் பிறந்து இன்னும் கண்திறக்காத குட்டிகள் எலிகளை வந்தடைகின்றன.

பிறவகை:- மேலும் பிற சுரப்பிகள் மூலமாகவும் வாசனைக் குறியீடுகள் செய்யப்படுகின்றன. சிறுமான் (Roe deer), இரலை மான் (Black buck) மற்றும் சாம்பர் மான்கள் தன் முகத்தில், கண்களுக்கு கீழ் உள்ள சுரப்பிகளை மரங்களில் தேய்த்து குறியிடுகின்றன. தரை அணில்கள் (Ground squirrel) மற்றும் அமெரிக்க

முள்ளம்பன்றி (American Percupine) போன்ற விலங்குகள் தங்கள் தலையின் பக்கங்களை தங்கள் இணையின் மீதும் ஆட்சி எல்லைப் பகுதியின் மீதும் தேய்த்துக் குறியீடு செய்கின்றன. கருப்பு வால் மான்களில் (Black Lailed deer) ஐந்து வகையான வாசனைச் சுரப்பிகள் உள்ளன. உடலின் பல்வேறு இடங்களில் உள்ள இச்சுரப்பிகள் பல்வேறு வேலைகளைச் செய்கின்றன.

முதுகெலும்பிகளில் வாசனைச் சுரப்பியின் வேலைகள் (Functions of Scent in Vertebrates):-

எந்த ஒரு புதியபொருளும் அது குறியிடப்பட்டுப் பாதுகாப்பானதாக ஆகும்வரை விலங்குகளுக்கு மனஉலைவை (uneasiness) ஏற்படுத்துகின்றன. அப்பொருள் தம்உடைமை என்ற உணர்வைக் குறியிடுதல் எற்படுத்துகிறது. விலங்கிற்கு அறிமுகமான வாசனை ஒரு பாதுகாப்பையும் இருப்பிடத்தில் அதன் மணம் பரவியிருத்தல் இவ்விடம் தனக்குச் சொந்தமானது என்ற எண்ணத்தையும் "இந்த இடம் என்னுடையது, இதில் நான் பாதுகாப்பாக இருக்கிறேன்" என்ற உணர்வையும் விலங்குகளுக்கு அளிக்கின்றது.

வாசனை ஒரு விலங்கின் தன்னம்பிக்கையை அதிகரிக்கின்றது. (கூமே 1963) (Kuhme 1963) ஆப்பிரிக்க யானையானது தன் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் ஒரு எதிரியைச் சந்திக்க நேரும்போது தன் தும்பிக்கையைத் திருப்பி தன்னுடைய நெற்றிப்பொட்டில் உள்ள சுரப்பியை (Temporal gland) முகர்ந்து கொள்வதால் அதன் தன்னம்பிக்கை அதிகரித்து எதிரியைத் தாக்கத் தயாராகிறது என்று தெரிவித்துள்ளார்.

பால்சார் நடத்தையில் வாசனை முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. ஆண் விலங்குகள் தம் ஆட்சிஎல்லையை குறியிட்டுக் காட்டவும் எதிரிகளை விரட்டவும் வாசனை பயன்படுகிறது. ஒரு விலங்கால் குறியீடு செய்யப்பட்ட பகுதிகளை எதிரிகள் கடந்து செல்ல விரும்புவதில்லை. மேலும் வாசனையானது பல முதுகெலும்பிகளில் இரண்டு பாலினங்களை ஒன்று சேர்க்கிறது.

விலங்குகள் தாம் செல்லும் தடத்தில், அவற்றின் போக்குவரத்தைப் பதிவு செய்யக் குறியிடுகின்றன. விலங்குகள் தாம் சென்றுவரும் வழியை தவறவிடாமல் இருக்கவும் ஒவ்வொரு முறை செல்லும் போதும் புதிய வழியைத் தேடிச் சக்தியை வீணாக்காமல் இருக்கவும் குறியிடுதல் அவசியமாகிறது.

முதலில் ஒரு விலங்கு தன் ஆட்சிப் பகுதியை சண்டையிட்டு கைப்பற்றுகிறது. பின்னர் அப்பகுதி முழுவதையும் தன் வாசனையால் நிரப்புகிறது.

இந்தக் குறிப்பிட்டப்பகுதி சொந்தமாக்கப்பட்டுவிட்டதால் இனிமேல் சண்டை ஏதும் தேவைப்படாது என்று தெரியப்படுத்தவும் குறியிடுதல் பயன்படுகிறது. சில சமயங்களில் ஆண்கள் தங்கள் பெண் இணையையும் வாசனை மூலம் குறியிடுகின்றன. (எ.கா) இனப்பெருக்ககாலத்தில் ஆண் முயல் பெண் முயல் மீது தன் தாடைச் சுரப்பியை தேய்த்து குறியீடு செய்கிறது. தன் குட்டிகளையும் ஆண் முயல் தன் தாடைச் சுரப்பி (chin gland) யால் குறியீடுசெய்கின்றது. சில விலங்குகள் சண்டையில் தன்னிடம் தோற்ற எதிரியின் மீது வாசனையால் குறியிடுகின்றன. இவ்வாறு குறியிடப்பட்ட விலங்கு சண்டையில் பின் வாங்கிவிடுகிறது. எலிகளும் சுண்டெலிகளும் தோற்ற எதிரியின் மீது சிறுநீரால் குறியிடுகின்றன. செம்மறி ஆடு, நாய் போன்ற விலங்குகள் மோப்பம் பிடித்து வாசனை அறிகின்றன. இவ்வாறு செய்யும்போது பாலினம், வகை மற்றும் கலவிக்குத் தயார்நிலை போன்றவற்றை அறிந்து கொள்கின்றன.

அத்தியாயம் – 7

விலங்குகளில் நரம்பு மண்டலத்தின் பங்கில்லா நடத்தை

பல செல் உயிரிகளின் நரம்புமண்டலத்திற்கு இணையானதொரு அமைப்பு ஒரு செல் உயிரிகளில் இல்லை. எனினும் ஒரு செல் உயிரிகளான புரோட்டோசோவாக்கள் தூண்டல்களை உணர்ந்து அதற்கேற்பத் தம்மை தகவமைத்துக்கொண்டு செயல்படுகின்றன. சில ஒரு செல் உயிரிகள் மிக அடிப்படை வகை நினைவாற்றலைப் பெற்றிருக்கின்றன. நரம்பு மண்டலம் இன்றி இது எவ்வாறு சாத்தியம்?

பாரமீசியம் போன்ற குற்றிழைகொண்ட உயிரிகள் ஏதேனும் ஒரு தடையின்மீது அல்லது பொருளின் மீது மோதினால் தம் குற்றிழை இயக்கத்தை எதிர்த்திசையில் மாற்றி சிறிது தூரம் வரை பின்வாங்கி நீந்தி, தன் பின்முனையின் சுழலச்சை திருப்பி மீண்டும் முன்னோக்கி இடம்பெயர்ந்து முந்தைய வழித்தடத்தில் இருந்து விலகிச் செல்கின்றன. இது தவிர்க்கும் செயல்பாடு (avoiding reaction) என்று அழைக்கப்படும். மாறாகப் பாரமீசியத்தின் பின்முனையில் அளிக்கப்படும் இயக்கத்தூண்டல் பாரமீசியத்தினை மிகவேகமாக முன்னோக்கிச் செலுத்துகிறது. இது தப்பித்தல் செயல்பாடாகும் (escape reaction). மின்உடலியங்கியல் ஆராய்ச்சிகள் மூலம் இவ்வினைகள் அனைத்தும் இயக்கவகையைச் சார்ந்தவை என்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

ஒரு செல் உயிரிகளில் குற்றிழைகளின் இயக்கம் நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ சவ்வு மின்னழுத்தத்தின் (membrance potential) மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. சவ்வில் ஏற்படும் டிபோலரைசேஷன் (deploarization) அல்லது முனைவழிவாக்கமானது குற்றிழைகளை எதிர்த்திசையில் அடித்துக்கொள்ளச் செய்வதால் உயிரியானது பின்னோக்கிச் செல்கிறது. ஆனால் அதிமுனைவாக்கம் (hyperpolarization) துரிதமாக முன்னோக்கி நீந்தச் செய்கிறது. செல்லுக்குள் செலுத்தப்படும் நுண்எலக்ட்ரோடுகளை பாரமீசியத்தினுள் செலுத்தி எடுக்கப்படும் மின் பதிவுகளைப் பரிசோதித்தபோது முன்முனையில் கொடுக்கப்படும் இயக்கத்தூண்டல்கள் முனைவழிவாக்கத்தையும், பின் முனையில் கொடுக்கப்படும் தூண்டல்கள் அதிமுனைவாக்கத்தையும் ஏற்படுத்துகின்றன என்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

ஒரே வகையான தூண்டலைக் கொடுக்கும் போது பாரமீசியத்தின் இருமுனைகளும் ஏன் வெவ்வேறு விதமாக செயல்படுகின்றன? வெவ்வோறு செறிவு கொண்ட K^+ மற்றும் Ca^{2+} அயனிகளைக் கொண்டு நடத்தப்பட்ட பரிசோதனையில், செல்லின் உட்புறத்தைவிட வெளிப்புறத்தில் கால்ஷியத்தின் செறிவு 10,000 மடங்கு அதிகமாக காணப்படுவதால், பாரமீசியத்தின் முன்முனைத் தூண்டப்படும்போது கால்ஷியம் அயனிகளின் ஊடுருவும் திறன் அதிகரித்து Ca^{2+} அயனிகள் செல்லின் உள்ளே நுழைகின்றன. இது ஏற்படுத்தும் முனைவழிவாக்க மின்னோட்டம் செல் முழுவதும் பரவுகிறது. இதைப்போன்ற ஒரு இயக்கத்தூண்டலை பாரமீசியத்தின் பின்முனையில் கொடுக்கும்போது பொட்டாசியம் அயனிகளின் ஊடுருவும்திறம் அதிகரிப்பதால் பொட்டாசியம் அயனிகளின் உட்பாய்வு ஏற்படுத்தும் அதிமுனைவாக்கம் செல் முழுவதும் பரவுகிறது.

முனைவழிவாக்க ஏற்பி மின்னோட்டம் (polarising receptor potential) ஒரு மின்தூண்டல்போலச் செயல்படுவதால் கால்ஷியம் அயனிகள் செல் சவ்வின் வழியாக ஊடுருவி கால்ஷியம் மறுவினையை ஏற்படுத்துகிறது. இவ்வாறு கால்ஷியம் சவ்வின் வழியாக உட்பாய்ந்து குற்றிழைகளுள் நுழைவதால் குற்றிழைகள் அடித்துக்கொள்ளும் திசை எதிர்ப்புறமாகத் திரும்புகிறது. எனவே ஏதேனும் பொருளில் மோதும் பாரமீசியம் எதிர்ப்புறமாக திரும்பி நீந்தத் தொடங்குகிறது.

பாரமீசியம் சவ்வில் நடைபெறும் கால்ஷியம் மறுவினையானது தூண்டல் செறிவினைப்பொறுத்துப் பல படிநிலைகளைக் கொண்டது. எனவே அதிக செறிவுள்ள தூண்டலானது மிகவிரைவாக, மோதும் தடையைத் தவிர்க்கின்ற எதிர்வினையை (avoiding reaction) ஏற்படுத்தும். வலுவற்ற தூண்டலானது வலுவற்ற எதிர்வினையை ஏற்படுத்தும். ஆனால் பாரமீசியத்தின் பின்முனையில் அளிக்கப்படும் இயக்கத் தூண்டலால் ஏற்படும் அதிமுனைவாக்கம் ஏன் குற்றிழைகளை விரைவாக இயங்கச்செய்கிறது என்பது இன்னும் தெளிவாகவில்லை.

குற்றிழையுடைய மற்றொரு உயிரியாகிய ஸ்டென்டார் (stentor) தன்னுடைய குறுகிய முனையால் ஏதேனும் ஒரு பற்றிடத்தில் ஒட்டிக்கொண்டு வாழும். இதன் செல்பரப்பின் மேல் வலுவான இயக்கத்தூண்டல் அளிக்கப்படும்போது தன் உடலில் உள்ள நுண்இழைகளின் (microfibirils) உதவியால் தன் உடலை நீளவாக்கில் சுருக்கிக் கொள்கின்றது. இத்தூண்டலை

மீண்டும் மீண்டும் அளிக்கும்போது சுருக்கம் படிப்படியாக குறைகிறது. இது பல செல் உயிரிகளில் ஏற்படும் கற்றலில் ஒரு வகையான "பழக்கப்படுதலை" (habituation) ஒத்திருக்கிறது. அதில் நரம்பு மண்டலமானது திரும்பத்திரும்ப அளிக்கப்படும் தூண்டலைப் புறக்கணிக்கின்றது. செல்லுக்குள் செலுத்தப்படும் நுண் எலக்ட்ரோடுகளின் மூலம் இயக்கத்தூண்டலானது ஒரு ஏற்பி மின்னழுத்தத்தை ஏற்படுத்துகிறது. இது செயல் மின்னழுத்தத்தை (Action potential) ஏற்படுத்துகிறது. இதனைத் தொடர்ந்து உடற்சுருக்கம் எற்படுகிறது. இயக்கத்தூண்டலை ஒரு நிமிட இடைவெளியில் மீண்டும் மீண்டும் அளிக்கும் போது ஏற்பி மின்னழுத்தம் படிப்படியாக குறைந்து முடிவில் செயற் மின்னழுத்தத்தை ஏற்படுத்த இயலாத அளவுக்குக் குறைந்து விடுகிறது.

மேற்கண்ட இரண்டு எடுத்துக்காட்டுகளில் இருந்து ஒரு செல் உயிரிகளின் செல் சவ்வு புலனுணர்வு உறுப்பாகப் பணியாற்றி, உணர்வுத்தூண்டல்களை ஒருங்கிணைத்து, இயக்கச் செயல்பாடுகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. மேலும் சவ்வின் வேலைகளில் ஏற்படுகின்ற சிறிய மாற்றம் அடிப்படை நினைவாற்றலையும் தருகின்றது. எனவே பலசெல் உயிரிகளில் காணப்படும் நரம்பியக்கப் புலனுணர்வு அமைப்புகளின் அடிப்படைக்கூறுகள் ஒரு செல் உயிரிகளின் மின் உடலியங்கியல் (electrophysiological) பண்புகளில் இருக்கின்றன என்பது தெளிவாகிறது. நரம்புச் செல்களின் மின்தன்மைக்கும் ஒரு செல் உயிரிகளுக்கும் இடையே உள்ள ஒற்றுமையானது மிகவும் பரவலானது மற்றும் பழமையானது என்பதை விளக்குகிறது. இது நரம்பு மண்டலத்தின் பரிணாம வளர்ச்சியானது நரம்பு செல்களின் பண்புகளில் ஏற்பட்ட மாற்றத்தினால் எற்பட்டது என்னும் கருத்தைவிட படிப்படியாக நேர்த்தியடைந்த நரம்புச் சுற்றுகளின் வளர்ச்சியால் ஏற்பட்டது என்னும் கருத்துக்கு ஆதரவாக அமைந்துள்ளது.

அத்தியாயம் – 8

கற்றல் (அல்லது) அனுபவம் (அல்லது) பயிற்சி (Learning or Experience)

முன்னுரை:-

பயிற்சியும் நினைவாற்றலும் ஒரு நாணயத்தின் இரண்டு பக்கங்கள் போன்றவை. நாம் வாழ்வில் எதிர்கொள்ளும் அனைத்துமே அனுபவமாக்கப்பட்டு நமது மூளையில் சேர்த்து வைக்கப்படுகிறது என்று பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டுபிடித்துள்ளனர். நம் வாழ்வில் நடக்கும் மிகச்சிறிய விஷயங்களைக்கூட நம் மனக்கணிணி (mind's computer) யில் சேர்த்து வைத்திருந்தாலும் நம்மால் அனைத்து விஷயங்களையும் மீண்டும் நினைவுக்கு கொண்டுவர முடிவதில்லை. சில நேரங்களில் நாம் மனப்பாடம் செய்ய முயற்சித்த விஷயங்களை கூட நினைவுபடுத்த இயலுவதில்லை. ஏனெனில் நினைவில் வைக்கமுயன்ற செய்தியானது அப்படியே மனதில் இருக்கிறது. ஆனால் அச்செய்தியை மீண்டும் வெளிக் கொணரும் (recall) நுட்பத்தில்தான் குறைபாடுள்ளது. இக்குறைபாடு இல்லை எனில் நம் கைகளில் புத்தகம் இல்லை என்றாலும் கூட ஏற்கனவே ஒரு முறை படித்த புத்தகத்தை மீண்டும் படித்து விடலாம்.

சில மனிதர்களுக்குக் குறிப்பிடத்தக்க அளவு கற்றல் மற்றும் நினைவாற்றல் திறன் உள்ளது. மிக அதிக நினைவாற்றல் உள்ள மனிதர்களுக்கு பல எடுத்துக்காட்டுகள் உள்ளன. லியோநார்டோ டா வின்சி தாம் ஒரு முறை சந்தித்தவரின் படத்தை தெளிவாக வரைவார். நெப்போலியன் ஒரு முறை பார்வையிட்டுப் படை நிலப்படத்தில் (military map) உள்ள நீரோடைகள், ஆறுகள், ஊர்கள், சிறு குன்றுகள் போன்றவற்றின் இருப்பிடத்தை அறிந்து கொள்வார். ஜேம்ஸ் ஜாய்ஸ் என்னும் ஐரிஷ் எழுத்தாளர் 12 மொழிகளை அறிவார். 6 மொழிகளில் சரளமாகப் பேசுவார். ரோஸ்கோ பவுண்ட் (Roscoe Pound) என்பவர் பைபிளில் உள்ள ஒரு அத்தியாயத்தை ஒரு முறை படித்தாலும் கூட திரும்ப ஒப்பிப்பார்.

வாட்சன் (watsun), ஹெஸ் (Hess), லோரன்ஸ் (Lorenz), ஹார்லோ (Harlow), ஸ்கின்னர் (Skinner), பாவ்லோவ் (Pavlov) போன்றவர்கள் விலங்குகளின் கற்றல் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்துள்ளனர். எறும்பு முதல் யானை

வரையிலும் புரோட்டோசோவா முதல் பிரைமேட்டுகள் வரையிலும் உள்ள அனைத்து விலங்குகளும் கற்றுக்கொள்கின்றன. தொடக்கத்தில் கண்மூடித்தனமாக மரத்தைக் கொத்தும் மரங்கொத்தியானது சீக்கிரமே உணவு கிடைக்கின்ற குறிப்பிட்ட இடத்தை அறிந்து அங்கு மட்டும் கொத்துகிறது. இதைப்போல நகரும் பொருள் எதுவாயினும் அதனைத் தொடர்ந்து செல்கின்ற பறவைக் குஞ்சுகள் சீக்கிரத்திலேயே தன் தாயை மட்டும் பின்தொடருகின்றன. இவையெல்லாம் விலங்குகள் கற்றுக்கொள்கின்றன என்பதற்கான எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

கற்றுக்கொள்ளுதல் கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

1. ஒரு அனுபவத்தின் விளைவாக ஒரு விலங்கின் நடத்தையில் வெளிப்படும் மாற்றமே கற்றல் எனப்படும். கற்றுக் கொள்ளும் திறன் ஜீன்களின் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்பட்டாலும் ஒரு விலங்கு தன் வாழ்நாளில் கற்றுக் கொண்டவை அடுத்தத் தலைமுறைக்கு மரபியல் ரீதியாகக் கடத்தப்படுவதில்லை.

2. கற்றல் மூலம் ஒரு விலங்கின் நடத்தையியலில் ஏற்படும் நீடித்த மாற்றம் கற்றல் எனப்படும். இம்மாற்றம் அடுத்த தலைமுறைக்குக் கடத்தப்படுவதில்லை.

3. அனுபவத்தின் மூலம் ஏற்படும் அனைத்து நடத்தையியல் மாற்றங்களும் பொதுவாகக் கற்றல் எனப்படும். இம்மாற்றங்களைச் செயல்படுத்த மூளையில் புதிய நரம்பு மின்னோட்டச் சுற்றுகள் (Neural circuits) உருவாகின்றன.

4. ஒரு வெளிப்புற நிகழ்ச்சி அல்லது தொடர்ச்சியான பல வெளிப்புற நிகழ்வுகளால் ஏற்படும் அனுபவத்தின் விளைவாக அவ்விலங்கின் நடத்தையில் உருவாக்கப்படும் பிரத்தியோக மாற்றங்கள் கற்றல் எனப்படும்.

கற்றலின் வகைகள்:- தார்ப் (Thorpe) என்பவர் கற்றலை இரண்டு வகையாகப் பிரித்துள்ளார்.

1. நெகிழும் வகை (Flexible) :-

இதில் அ. பழக்கப்படல் (Habituation). ஆ. தனிச்சிறப்புடன் ஆக்கநிலையிருத்தம் (Classical conditioning) இ. சோதனைகளும் பிழைகளும் (Trial and error) ஈ. உள்ளுறைவு (Latent) உ. பிரித்தறிதல் (Discrimination) ஆகிய துணைப்பிரிவுகள் உள்ளன.

(2) வரையறைக்குட்பட்டவை (Restricted) :-

இதில் (அ) ஆழ்மனப்பதிவு (imprinting) (ஆ) பகுத்தறிதல் மற்றும் நுண்ணறிவு (Reasoning and insight) ஆகியவை அடங்கும்.

I. நெகிழ்வகைக் கற்றல் :-

(அ) பழக்கப்படல்:- இது எளிய வகைக் கற்றல் ஆகும். ஒரு நடுநிலைத் தூண்டலை (Neutral stimulus) ஒரு விலங்கிற்குத் தொடர்ச்சியாக கொடுக்கும் போது அவ்விலங்கின் மறு வினையானது (response) படிப்படியாகக் குறைந்து முடிவில் முழுவதும் நின்றுவிடும். ஒரு விலங்கு அதன் சூழலுக்கு ஏற்பத் தன்னை தகவமைத்துக் கொள்வதற்கு பழக்கப்படல் இன்றியமையாததாகும். இதனால் தேவையற்ற தூண்டலுக்கு மறுவினை புரியாமல் தவிர்ப்பதன் மூலம் விலங்கானது நேரத்தையும் ஆற்றலையும் சேமித்துக் கொள்கிறது. பழக்கப்படல் மூலம் ஒரு விலங்கு தாம் எதைச் செய்யலாம் எதைச் செய்யக்கூடாது என்பதைக் கற்றுக் கொள்கிறது. (எ.கா) 1. சிலந்தி தன் வலையின் மையத்தில் அமர்ந்திருக்கும் போது ஒரு பூச்சி வலையில் சிக்கிக் கொண்டதை போலத் தோன்றும்படி வலையை அதிரச்செய்தால் சிலந்தியானது அப்பகுதியை நோக்கி விரையும். அங்குப் பூச்சிகள் ஏதும் இல்லாததைக் கண்டதும் மீண்டும் தன் இடத்திற்குத் திரும்பிவிடும். இதைப்போன்ற நடுநிலைத் தூண்டல்களை பலமுறை கொடுக்கும் போது சிலந்தியா னது வலை அதிரும் பகுதிக்குச் செல்வதை நிறுத்தி விடுகின்றது. அதாவது அத்தூண்டலுக்குச் சிலந்தி பழக்கப்பட்டுவிடுகின்றது.

எ.கா. 2 சோளக் கொல்லைப் பொம்மையை (Scare crow) காணும் பறவைகள் ஆரம்பத்தில் அவ்விடத்தை விட்டுப் பறந்து விடுகின்றன. ஆனால் பழகப் பழக பொம்மையின் மீதிருந்த பயம் அகன்று அவற்றைப் புறக்கணித்து விடுகின்றன.

இவ்வாறு நடுநிலைத் தூண்டல்களை அறியக் கற்றுக் கொள்வதன் மூலம் தேவையற்ற தூண்டல்களைத் தவிர்த்து தம் ஆற்றலையும் நேரத்தையும் விலங்குகள் சேமித்துக் கொள்கின்றன.

ஆ. தனிச்சிறப்பு ஆக்கநிலையிருத்தம் (Classical conditioning) :- அல்லது ஆக்க நிலை அனிச்சைசெயல் (Conditioned reflex) அல்லது பாவ்லோவியன் ஆக்க நிலையிருத்தம் (Pavlovian conditioning):-

எளிய அனிச்சைச் செயல்களும் ஆக்கநிலை அனிச்சைச் செயல்களும் வெவ்வேறானவை.பல உடற்செயலியல் நிகழ்ச்சிகள் அனிச்சைச் செயல்கள் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு விலங்கு தன் சுய நினைவுடன் முயற்சி செய்யாமல் அனிச்சையாகத் தம்மை சரிசெய்து கொண்டு சமநிலையைக் (homeostasis) காப்பாற்றிக் கொள்ளுதல் எளிய அனிச்சைச் செயல் எனப்படும். எளிய அனிச்சைச் செயல்கள் உள்ளார்ந்த செயல்கள் ஆகும். ஆனால் ஆக்கநிலை அனிச்சைச் செயல்கள் ஈட்டிய அனிச்சைச் செயல்கள் (Acquired reflex) ஆகும். இச்செயல்கள் விலங்குகள் தம் வாழ்நாளில் முயன்று பெற்ற நடத்தைகள் ஆகும். இவை ஜீன்கள் மூலம் பெறப்படுவதில்லை இவற்றை ஏற்படுத்தவும் பிறகு நீக்கவும் முடியும்.

(எ.கா). பாவ்லோவ் பரிசோதனை:- நாய்களின் வாயில் உணவை இட்டவுடன் உமிழ்நீர் சுரக்கத் தொடங்கும். பவ்லோவ் தம் பரிசோதனையில், பசியுடன் இருந்த நாய்க்கு மாமிசத்தூளை உண்ணக் கொடுத்தார். அப்போது நாய்க்கு உமிழ்நீர் சுரந்தது. பிறகு உணவளிப்பதற்குச் சற்று முன்னதாக மணியை ஒலிக்கச் செய்தார். ஆரம்பத்தில் மணி ஓசை எந்த விளைவையும் ஏற்படுத்தவில்லை. ஆனால் 5–6 முறைகள் திரும்ப திரும்ப செய்த பிறகு மாமிசத்தூள் வருவதற்கு முன்னதாக மணியோசை கேட்டதுமே உமிழ்நீர் சுரக்கத் தொடங்கியது. போகப் போக வெறும் மணியோசைக்குக் கூட உமிழ்நீர் சுரந்தது. அதாவது நாயானது புதியதூண்டலை உணர்ந்து அதற்கேற்பச் செயலாற்றக் கற்றுக்கொண்டு விட்டது. இவ்வகைத்தூண்டல் 'ஆக்கத்தூண்டல்' (Conditioned stimulus) எனப்படும். இத்தூண்டலுக்கு உமிழ்நீர் சுரந்து மறுவினை அளிப்பது ஆக்கத்துலங்கல் (Conditioned response-CR) எனப்படும். கற்றலுக்கு முன் மாமிசத்தூளைக் கண்டால் மட்டும் உமிழ்நீர் சுரந்த செயல் கட்டுறா மறுவினை (unconditioned reflex – VCR) எனப்படும்.

தனிச்சிறப்பு ஆக்கநிலையிறுத்தம் என்பது உயிரியல் முக்கியத்துவம் உடைய இயற்கை நிகழ்வு ஆகும். புலியை கண்ட மான்கள் விரைந்து ஓடித் தப்பிப்பதும், நெருங்கி வரும் புலியைக் கண்ட குரங்குகள், பறவைகள் ஆகியவை எச்சரிக்கை ஒலியெழுப்புவதும் ஆக்கத்தூண்டல் ஆகும். எச்சரிக்கை ஒலியைக் கேட்டவுடன் பறவைகளும் விலங்குகளும் அவ்விடத்தைவிட்டு அகன்று விடுவதும் கட்டுறாத் தூண்டல் (UCR) ஆகும்.

ஆக்கநிலையிறுத்தலின் வகைபாடு:-

1. ஆக்கநிலையிறுத்தல் ஏற்பு:-

இது நல்ல அனுபவங்களுடன் தொடர்புடையது. இதில் விலங்குகள் கற்றதை மீண்டும் நடத்துகின்றன.

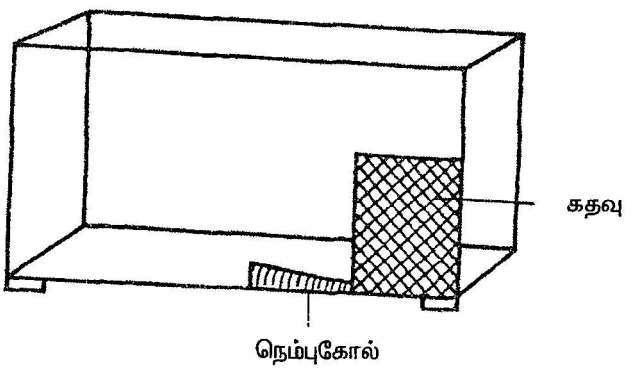
2. ஆக்கநிலையிறுத்தல் வெறுப்பு:-

இது மோசமான அனுபவங்களுடன் தொடர்புடையது. இதில் கற்றுக்கொண்டதை ஒரு போதும் மீண்டும் செய்வதில்லை.

ஆக்கநிலையிறுத்தத் தடை:-

இதுவும் மோசமான அனுபவத்தின் விளைவால் எற்படுகிறது. இதில் கற்றுக் கொண்ட நடத்தையை செயல்படுத்தவோ அல்லது செயல்படுத்தாமலோ விட்டு விடுகின்றன.

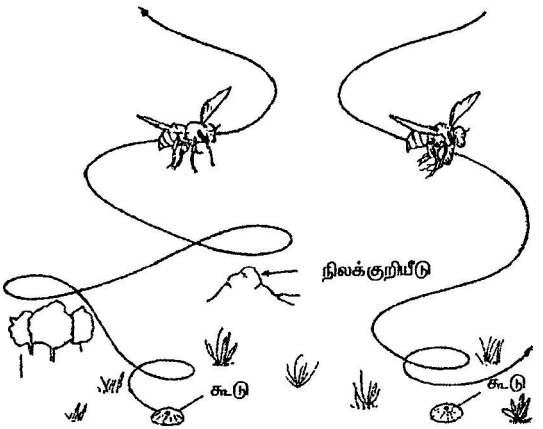
இ. முயற்சியும் பிழையும் (Trial and Error) அல்லது செயல் கற்றல் (Operant learning):-



இதில் விலங்கானது தன் இலக்கை அடையும் வரை மீண்டும் மீண்டும் முயற்சி செய்து, அம்முயற்சிகளில் தாம் உணரும் பிழைகளைக் களைந்து, ஒரு நாள் எந்த பிழையும் இல்லாமல் செயல்படக் கற்றுக்கொள்கிறது. (எ.கா) தார்ன்டைக் (Thorndike) என்பவர் ஒரு புதிர்ப்பெட்டியை (puzzle box) பயன்படுத்தினார். கூண்டு போன்ற இப்பெட்டியை, பெட்டியின் உட்புறத்தில் உள்ள ஒரு நெம்புகோலை

அழுத்துவதன் மூலம் திறக்கலாம். ஒரு பூனையை இப்பெட்டியில் அடைத்தார். பூனையானது அப்பெட்டியை விட்டு வெளியேற பெரும் முயற்சி செய்தது. ஓய்வில்லாது அங்குமிங்கும் ஓடியது தலையை மோதிக்கொண்டது. கடைசியில் ஒரு வழியாக நெம்புகோலின் மேல் எதிர்பராமல் பாதம் பட்டு கதவு திறந்தது. இவ்வாறு சிலமுறைகள் நடந்ததும் பூனையானது நெம்புகோலின் மேல் கவனத்தைச் செலுத்தத்தொடங்கியது. இறுதியில் பூனையைக் கூண்டில் அடைத்ததுமே நெம்புகோலை அழுத்தி கதவைத் திறந்து வெளியேறியது. தனக்குப் பயன்தராத நடத்தைகளை விலக்கிப் பயன்படும் நடத்தைகளை பூனை கற்றுக் கொண்டதை இப்பரிசோதனை மூலம் உறுதி செய்தார்.

ii) உள்ளுறை கற்றல்:-



நிலக்குறியீடுகளைக் கொண்டு குளவி வழியறிதல்

ஒரு விலங்கானது தன் சுற்றுச்சூழலை ஆராயும் போது அது குறித்த தகவல்களை உள்வாங்கிக் கொண்டு பின்னர் தேவைப்படும் போது பயன்படுத்திக் கொள்கிறது. (எ.கா) தோண்டு குளவியானது (Digger wasp) தன் கூட்டைவிட்டு வெளியேறும்போது வட்டமாகப் பலமுறை சுற்றிய பிறகு மேலே பறந்து செல்கிறது. இவ்வாறு சுற்றிப்பறப்பதன்மூலம் தன் கூட்டின் அருகே உள்ள அடையாளங்களை அல்லது நிலக்குறியீடுகளை (landmark) அறிந்து கொள்கிறது. குளவி திரும்பி வருவதற்குள் குறியீடுகள் அகற்றப்பட்டு விட்டால் தன் கூட்டினைக் கண்டுபிடிக்கத் தடுமாறுகிறது.

உ) பிரித்தறிதல் (Discrimination) :-

இது கற்றலின் உயர்ந்த நிலையாகும். எ.கா. ஒரு பரிசோதனையில் பல வித்தியாசமான ஒலிகளுக்கு நாய்களை ஈடுபடுத்தினர். ஒரு குறிப்பிட்ட ஒலிக்கு நாய்க்கு வெகுமதி அளித்தனர். ஆரம்பத்தில் நாய்களால் ஒலிகளை பிரித்தறிய இயலவில்லை. பல முயற்சிகளுக்குப் பின் பிரித்தறியும் திறன் பண்படுத்தப்பட்டு வெகுமதியுடன் தொடர்புடைய குறிப்பிட்ட ஒலியை பிரித்தறிந்தன. தவறான ஒலிக்கு நாய்கள் பதில்வினை புரியும் போது தண்டனை கொடுத்தால் சரியாக பிரித்தறியும் திறன் துரிதமாக வளர்ந்தது கண்டுபிக்கப்பட்டது.

II வரையறைக்குட்பட்டு கற்றல்:-

1. ஆழ்மனப்பதிவு (Imprinting):- (குழந்தைப்பருவ கற்றல் வகை).

மிகக் குறைந்த வயதில் கற்றல் ஆழ்மனப் பதிவு எனப்படும். Imprinting என்னும் வார்த்தை கோன்ராட் லோரென்ஸ் (1935) (Konrad Lorenz) என்பவரால் கொடுக்கப்பட்டது. ஆழ்மனப்பதிவில் இவர் செய்த ஆராய்ச்சிக்காக 1973ம் ஆண்டு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. லோரென்ஸ் சாம்பல்நில வாத்துகள் (graylag goose) மற்றும் காக்கையான் (Jackdaws) பறவைகளில் தம் ஆராய்ச்சியை நடத்தினார். அவருடைய பண்ணையில் இருந்து சாம்பல்நில வாத்துகளின் முட்டைகளை சேகரித்து அடைகாக்கும் கருவியில் வைத்தார். முட்டைகள் பொரிந்ததும் வெளி வந்த குஞ்சுகள் லோரென்ஸ் செல்லுமிடமெல்லாம் அவரைப் பின்தொடர்ந்து சென்றன. அடுத்த முறை முட்டைகளைச் சேகரித்து இரண்டாகப் பிரித்து ஒரு பகுதியை அடைகாக்கும் கருவியிலும் மற்றொரு பகுதியைத் தாயிடமும் வைத்து அடைகாக்கச் செய்தார். குஞ்சுகள் வெளிவந்து 10 நாட்களுக்குப் பிறகு இரண்டு பிரிவு குஞ்சுகளையும் ஒன்றாக கலந்து ஒரு பெட்டியில் வைத்தார். சிறிது நாட்கள் கழித்துக் குஞ்சுகளை வெளியில் விட்டபோது பாதி குஞ்சுகள் தாயையும் மீதி குஞ்சுகள் லோரென்ஸையும் பின் தொடர்ந்தன. இந்த நிகழ்ச்சிக்கு அவர் பிரேகூங் (praegung) என்று பெயரிட்டார். இவ்வார்த்தைக்கு முத்திரையீடு (stamping) என்று பொருள். இப்பரிசோதனையில் குஞ்சுகள் தங்கள் முதல் சமூக அனுபவத்தில் கண்ட குறிப்பிட்ட பொருளை மனதில் பதித்துக்கொண்டன. இந்த முதல் சமூக அனுபவம் மிக இளவயதிலேயே ஏற்படவேண்டும் என்றும் லோரென்ஸ் கண்டுபிடித்தார்.

லோரென்ஸின் கருத்துப்படி ஆழ்மனப்பதிவு என்பது கற்றலில் ஒரு தனிவகையாகும். (1) இது வாழ்வின் ஆரம்ப காலத்தில் மட்டும் நிகழ்கிறது. (2)

நிலைத்த தன்மை கொண்டது. வாழ்க்கையின் மீதி காலங்களிலும் தொடரும் இயல்புடையது. (3) பெற்றோருடன் சேர்ந்து வாழ்தலிலும் இணையைத் தேர்ந்தெடுப்பதிலும் இது ஆதிக்கம் செலுத்துகிறது.

ஆழ்மனப்பதிவுக்கும் பிற கற்றல் வகைகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகளை 1955 ஆம் ஆண்டு கோன்ராட் லோரென்ஸ் விவரித்துள்ளார். அவர் கருத்துப்படி (1) ஆழ்மனப்பதிவுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட காலகட்டத்திற்குள் நிகழ்கிறது. (2) அக்காலகட்டம் கடந்த பிறகு ஏற்படும் அனுபவங்கள் அதே அளவு வலிமையுடன் இருப்பதில்லை. மேலும் அக்குறிப்பிட்ட காலகட்டத்தில் பெற்ற அறிவு பிற்காலத்தில் மாற்றமடைவதில்லை.

ஆழ்மனப்பதிவு போன்ற நிகழ்வுகள் பாலூட்டிகளின் சமூகவளர்ச்சியாக்கத்திற்கு (social development) மிகவும் அவசியம். காட்டு விலங்குகள், வீட்டு விலங்குகள் மற்றும் வளர்ப்பு மிருகங்கள் போன்றவற்றை இளம் வயதிலேயே எடுத்து வளர்த்தால் பழக்குதல் சுலபம் என்பதை நாம் அறிவோம். ஆடுகள், பறவைகள், நாய்கள், பூனைகள் போன்ற வளர்ப்பு மிருகங்கள் மனிதர்களுடன் வாழவே விரும்புகின்றன. ஏனெனில் ஆழ்மனப்பதிவின்போது மனிதர்களுக்கும் வளர்ப்பு விலங்குகளுக்கும் இடையே ஒரு பந்தம் (attachment bond) உருவாகிறது. மேலும் ஆழ்மனப்பதிவின்போது தம் இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளுடன் இவை பழகச் சந்தர்ப்பம் அமையாமல் போனது ஒரு காரணம் ஆகும்.

ஒரு விலங்கானது ஒரு சமூகக் குழுவின் ஒரு அங்கமாக மாறும் திறன் குமுகவாக்கம் (அ) சமூகமாக்கம் (Socialization) எனப்படும். இது பெரும்பாலும் இளமையில் ஏற்படும் அனுபவங்களைப் பொறுத்தே அமைகிறது. இக்கருத்து ஒரு பரிசோதனையின் மூலம் நிரூபிக்கப்பட்டது. தன் இனத்துடன் சமூக தொடர்புகள் ஏற்பட வாய்ப்புகள் தராமல் வளர்க்கப்பட்ட விலங்குகள் தனித்து வாழவே விரும்பின. இது எதிர்மறைகுமுகவாக்கம் (Desocialization) எனப்படும். இவ்விலங்குகளை அதே இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்குகளுடன் சேர்த்து வைத்தபோது அவை மற்ற விலங்குகளுடன் கலந்து பழகாமல் ஒரு மூலையில் ஒதுங்கிக் கொண்டன. மேலும் சில விலங்குகள் சில நாட்களில் இறந்து விட்டன. மனிதக்குழந்தைகளுக்கும் கூட குமுகவாக்கப் பிரச்சினைகள் உள்ளன. குழந்தைகள் 2–6 வயதிற்குள் மழலையர் பள்ளிகள் போன்ற சமூகக் குழுக்களுடன் தொடர்பு ஏற்படவில்லை எனில் கூச்சத்துடன் தனிமைப்பட்டுவிடுகின்றனர். 6 வயதிற்குப் பிறகு பள்ளிக்கு அனுப்பினால் அவர்களுக்குப் பள்ளிக்கூடம் பற்றிய பயம், வயிற்றுவலி, மயங்கி விழுதல், உணவு உண்ண மறுத்தல், வாந்தியெடுத்தல் போன்றவை ஏற்படுகின்றன.

இவை அனைத்தும் ஒரு குழந்தை சரியான காலத்தில் குமுகவாக்கத்திற்கு ஆட்படாததன் விளைவே ஆகும்.

ஆழ்மனப்பதிவானது மனநோய் மருத்துவர்களை எப்போதும் ஈர்த்து வந்துள்ளது. குழந்தைகளின் குழந்தைப்பருவ அனுபவங்கள் மிகவும் கூருணர்வு உடையவை. குழந்தைகளின் 18ம் மாதம் முதல் 3ம் வயது வரையிலான பருவம் மிகவும் முக்கியமானது. இப்பருவத்தில் பெற்றோர்களைப் பிரிதல், அன்பு கிடைக்காமை போன்ற காரணங்கள் பிற்காலத்தில் மனநலக் கோளாறுகள் ஏற்படுவதற்கான வாய்ப்புகளை அதிகரிக்கின்றன. இளம் வயதில் தாயைப் பிரியும் குழந்தைகளுக்கு நீண்ட கால மனநலப் பாதிப்பு ஏற்படும். குழந்தைகளுக்கு நல்ல ஆடைகள், வசதியான வீடு மற்றும் உணவு மட்டும் கொடுத்துவிட்டு அன்பு காட்டவோ, சீராட்டவோ, அவர்களுடன் விளையாடவோ நேரமில்லை என்னும் பெற்றோர் எதிர்காலத்தில் தம் குழந்தையின் இயல்பான நடத்தைக்கு (normal behaviour) இவையெல்லாம் போதாது என்பதை உணர வேண்டும். ஆழ்மனப்பதிவுக் காலங்களில் குழந்தைகளுக்கு அரவணைப்பு, அன்பு போன்றவை கிடைத்தால் மட்டுமே அக்குழந்தைகள் சமூகத்தில் இயல்பான நடத்தை உள்ள மனிதர்களாக வளரமுடியும்.

(2) பகுத்தறிதலும் உள்நோக்கும் (Reasoning and Insight):-

பாலூட்டிகளில் பிரைமேட்டுகள் உச்சத்தில் உள்ளன. நன்றாக வளர்ச்சியடைந்த மூளை இருப்பதால் அவற்றின் மன வலிமையும் பிற விலங்குகளைவிட உயர்வாக உள்ளன. கீழ்நிலை விலங்குகள் இயல்பூக்க நடத்தையையும் (instinct) உயர்நிலை விலங்குகள் கற்றலையும் சார்ந்துள்ளன. முதுகுநாணுள்ள விலங்குகளில், மனிதர்களின் மூளையில் உள்ள பெருமூளைபுரணி (cortex) நன்றாக வளர்ச்சியடைந்திருப்பதால் மனிதர்கள் மிகவும் நுண்ணறிவு படைத்தவர்களாக உள்ளனர். இதனால் மனிதர்கள் மிக விரைவாகவும், சில நேரங்களில் உடனடியாகவும் கற்றுக்கொள்ளும் திறன் உடையவர்களாக உள்ளனர். மேலும் மேம்பட்ட நினைவாற்றல், பகுத்தறியும் திறன் மற்றும் நுண்ணறிவு உடையர்களாகவும் உள்ளனர்.

உள்நோக்கு (Insight) என்பது தற்போதைய பிரச்சினையை முந்தைய அனுபவத்தினைக் கொண்டு விடுவித்தல் ஆகும். பகுத்தறிதல் என்பது ஒரு விஷயத்தைப் பற்றி அறிவுப்பூர்வமாகவும் உணர்வுப்பூர்வமாகவும் சிந்தித்து ஒரு

முடிவுக்கு வருதல் ஆகும். நுண்ணறிவு என்பது ஒரு பிரச்சினையை புரிந்து கொண்டு, அதற்கு ஒரு தீர்வைக் கண்டுபிடித்து அதன்படி செயல்படுவதாகும். கீழ்நிலை விலங்குகளில் அனிச்சைசெயல்கள் அதிகம் நடைபடுகின்றன. இச்செயல்கள் மூளையின் தலையீடு இன்றித் தண்டுவட அளவிலேயே நடைபெற்று விடுகின்றன. எனவே அவை தொன்மையானவை எனக் கருதப்படுகிறது. இயல்பூக்க நடத்தைகள் அனிச்சைசெயல்களைவிடச் சற்று மேம்பட்டவை.

அனிச்சை செயல்கள், இயல்பூக்க நடத்தை, கற்றல், உள்நோக்கு மற்றும் பகுத்தறிதல் ஆகிய ஐந்து நடத்தையியலை விலங்குகள் சார்ந்துள்ளன. நுண்ணறிவுத்திறன் கீழ்நிலை விலங்கில் இருந்து உயர் விலங்குகள் வரை படிப்படியாக அதிகரித்துள்ளதைப் பரிணாமத்தின்மூலம் அறியலாம். பெருமூளைப் புறணியின் அளவு கீழ்நிலை விலங்கில் இருந்து உயர் விலங்குகள் வரை படிப்படியாக அதிகரித்திருப்பது இக்கருத்தை உறுதி செய்கிறது.

கற்றலில் நரம்புகளின் செயல்பாடு (Neural mechanism of learning)

நினைவாற்றல் (Memory):-

கற்றல் அல்லது அனுபவத்தின் மூலம் பெறும் அறிவினை மனதில் சேமித்து வைத்தல் நினைவாற்றல் எனப்படும். ஒரு புதிய நிகழ்வானது முதலில் கற்கப்படுகிறது. பின்னர் பதிவு செய்யப்பட்டுச் சேமிக்கப்படுகிறது கடைசியில் ஓரளவிற்கு நிரந்தரமான நினைவாற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. நினைவாற்றல் இரண்டு வகைப்படும்.

1. குறுகிய கால நினைவாற்றல் (Short term memory).

2. நீண்ட கால நினைவாற்றல் (Long term memory).

நினைவாற்றல் குறித்து மனவியலாளர்கள் பல்வேறு கருத்துக்களை (hypothesis) முன்வைத்திருந்தாலும் அவற்றில் எதுவும் முழுமையாகப் பரிசோதிக்கப்படவில்லை. எனினும் ஒரு பொருள் பற்றி நாம் நினைவில் வைக்க முயலும்போது மூளையில் முக்கியமான இரண்டு மாற்றங்கள் நிகழ்வதாக ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது . அவையாவன 1) நியூரான்களுக்கிடையேயான இணைப்புகளில் ஏற்படும் மாற்றம் 2) நியூரான்களின் அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றம்.

I. நியூரான்களுக்கிடையேயான இணைப்புகளில் ஏற்படும் மாற்றம். (changes in the connections between neurons)

இதில் கீழ்கண்ட 6 வாய்ப்புகள் உள்ளன. அ. இணைப்புகள் ஏற்படுதல் (formation of connection) ஆ. இணைப்புகளின் பயன்பாடும், பயன்பாடின்மையும் (Use and disuse of connection). இ. இணைப்புகள் முழுமையடைதல் (completion of connections) ஈ. உணர்வுத்தூண்டல்கள் (Sensor stimulations). உ. இணைப்புகள் அழிக்கப்படுதல் (Destruction of connection), ஊ. கற்றலும் உளக்கிளர்ச்சியும் (Learning and emotions).

(அ) இணைப்புகள் ஏற்படுதல்:-

"கற்றல் என்பது நியூரான்களுக்கிடையே இணைப்புகளை ஏற்படுத்துதல்" என்னும் கருத்தினை நரம்பியலாளர்கள் ஆதரிக்கின்றனர். ஒரு பார்வையற்றவர் பிரெய்லி முறையை கற்கும்போது மூளையின் பேச்சுப்பரப்பு (speech area)க்கும் விரலின் தொடுஉணர்ச்சிப்பரப்புக்கும் இடையே இணைப்புகள் ஏற்படுகின்றன. அவர் சில புள்ளிகளின் உருவமைப்பைத் (configuration) தம் விரல்களால் உணரும் போது அப்புள்ளிகள் அவருடைய உணர்வு நிலைக்கு (consciousness) ஒரு சொல்லை தருகின்றன. ஏதாவது ஒன்றைக் கற்றுக்கொள்ள நமக்குச் சில காலம் தேவைப்படுகின்றது அல்லவா? அது ஏனெனில் நியூரான்களுக்கிடையே இணைப்பு ஏற்படுவதற்கு நேரம் தேவைப்படுகின்றது. இது காலம் தாழ்த்திய கற்றலை **(Delayed learning)** விளக்குகிறது. மூளையில் சில நரம்புச் சுற்றுக்கள் (neural circuits) ஏற்கனவே இருப்பதாகவும் நரம்புத்தூண்டல்கள் இவ்வழியில் செலுத்தப்பட்டால் கற்றல் சுலபம் என்றும் ஒரு கருத்து உள்ளது. இது உடனடிக் கற்றலை (instant learning) விளக்குகிறது.

(ஆ) இணைப்புகளின் பயன்பாடும் பயன்பாடின்மையும்:-

நரம்பு இணைப்புகள் பயன்படுத்தப்படாவிட்டால் அவற்றின் செயல்பாடு நின்றுவிடும் (எ.கா) ஒரு பூனைக்குட்டி பிறந்த உடன் அதன் ஒரு கண்ணின் இமைகள் இணைத்துத் தைத்து மூடப்பட்டது. இதனால் ஒளி அல்லது பிற பொருட்களில் இருந்து வரும் தூண்டல்களைப் பெறாமல் அக்கண் தடுக்கப்பட்டது. அதனால் அக்கண்ணின் மூலம் கற்றலும் தடுக்கப்பட்டது. மூன்று மாதங்களுக்கு பிறகு தையல் பிரிக்கப்பட்டபோது அக்கண் குருடாக இருந்தது. இப்பூனையின் மூளையை பரிசோதித்த போது மூடப்பட்ட கண்ணின் நரம்பு அமைப்புகள் கோளாறு உடையதாக இருந்தது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. நரம்பு செல்களும்

டென்ட்ரைட்டுகளும் சிறியதாகக் காணப்பட்டன. கண்களை பயன்படுத்தத் தொடங்கிய பிறகே முழுமையான இணைப்புகள் ஏற்பட்டன.

நரம்புகளுக்கிடையே ஏற்கெனவே ஏற்பட்ட இணைப்புகளும்கூட பயன்படுத்தப்படாவிட்டால் நசிவடைந்து மறைந்துவிடுகின்றன (எ.கா). ஒரு எலி ஒரு கால வரையறைக்குள் ஒரு குறிப்பிட்ட புதிர் அறைக்குள் (maze) சரியாக ஓட கற்றுக்கொண்டது. இக்காலகட்டத்தில் நியூரான்களுக்கிடையே புதிய இணைப்புகள் ஏற்பட்டன. அதே எலியை அந்தப் புதிர் அறைக்குள் செல்ல விடாமல் நீண்ட காலம் தடுத்து விட்டால், ஏற்கனவே புதிர் அறைக்குள் சரியாக ஓடக் கற்றுக்கொண்ட நடத்தையானது (learned behaviour) மறைந்துவிடுகிறது. இந்தப் பரிசோதனைகளில் இருந்து பயன்பாட்டில் இருக்கும்போது நரம்பிணைப்புகள் ஏற்படுகின்றன என்றும் பயன்பாட்டில் இல்லாதபோது இணைப்புகள் நசிவடைந்து அழிந்து விடுகின்றன என்றும் அறியப்பட்டது.

(இ) இணைப்புகள் முழுமையடைதல் (Completion of connections):-

நரம்பிணைப்புகள் முழுமையடைந்து நரம்புத் தூண்டல்களைக் கடத்த தயாராக இருக்கும் நரம்புகளையே கற்றல் சார்ந்துள்ளது. சில விஷயங்களைச் சில நேரங்களில் மட்டுமே கற்க இயலும். இதன் காரணம் என்னவென்றால் ஒரு விஷயத்தைக் கற்கத் தேவையான நரம்பமைப்புகள் முழுமையாக உருவாகி இருப்பதில்லை அவை முழுவதும் உருவாகி இருந்தால் மட்டுமே கற்க இயலும். ஏன் சில விஷயங்களை மட்டும் உடனடியாகக் கற்றுக் கொள்கிறோம், ஏன் சில விஷயங்களைக் கற்கச் சில காலம் எடுத்துக்கொள்கிறோம் என்றால் உடனடிக் கற்றலுக்கு ஏற்கெனவே நன்றாக உருவாகி உள்ள நரம்புகள் காரணமாக அமைகின்றன. அவை சரியான முறையில் தூண்டப்பட்டால் உடனடியாகச் செயல்படத் தொடங்குகின்றன. ஆனால் காலமும் பயிற்சியும் தேவைப்படும் சில விஷயங்களில் நரம்புகளுக்கிடையே இணைப்புகள் படிப்படியாகத்தான் ஏற்படுகின்றன. இவ்விணைப்புகள் முழுமையாக ஏற்பட்டவுடன் அவ்விஷயம் கற்றுக்கொள்ளப்பட்டு விடுகிறது.

(ஈ) உணர்வுத் தூண்டல் (Sensory stimulations)

கற்றலின் முதல்படி உணர்வு உள்ளிடல் (sensory input) ஆகும். இதற்கு சுற்றுச்சூழலில் இருந்து பெறும் அனுபவம், காட்சி, நுகர்ச்சி மற்றும் உணர்தல் போன்றவை அவசியம். (எ.கா) எந்தவித உணர்வுத்தூண்டலுக்கும் ஆட்படாமல் தனிமையில் வளர்க்கப்படும் நாய்க்குட்டிகளுக்குத் தம் சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள

அபாயங்களை சமாளிக்க இயலுவதில்லை. இது போன்ற நாய்க்குட்டிகள் தீக்குள் மூக்கை நீட்டி சுட்டுக் கொண்டன. அடிக்கடி கீழே விழுந்து காயப்படுத்திக் கொண்டன.

(உ) இணைப்புகள் அழிக்கப்படுதல்:-

பரிசோதனைக்காகவோ அல்லது தற்செயலாகவோ நரம்பு இணைப்புகள் அழிக்கப்பட்டால் கற்றல் நிகழ்வதில்லை (எ.கா.) நாய்கள் மற்றும் எலிகளின் முன்நெற்றிக்கதுப்பில் உள்ள நரம்புகளின் சில குறிப்பிட்ட இணைப்புகள் துண்டிக்கப்பட்டால் அவசியமான சமூகத் தொடர்புறவுகளை இவற்றால் ஏற்படுத்திக்கொள்ள இயலுவதில்லை. சக நாய்களை அவை ஒரு ஜடப்பொருளாக கருதி அவற்றின் மேல் ஏறி நடத்தல், தம்மைவிட வலிமையான பெரிய விலங்குகளிடம் இருந்து உணவை எடுத்துக்கொள்ள முற்படுதல் போன்ற செயல்களில் ஈடுபட்டன. பல முறை அவ்விலங்குகளிடம் கடிபட்டாலும் கூட நரம்பிணைப்புகள் அழிக்கப்பட்டுவிட்டதால் அவற்றால் தாம் செய்யக்கூடாதவற்றைப் புரிந்து கொள்ள இயலவில்லை.

(ஊ) கற்றலும் உளக்கிளர்ச்சி உணர்வுகளும் (learning and emotions).

வலிமையான உளக்கிளர்ச்சி உணர்வுகள் சேர்ந்து இருந்தால் கற்றல் மிகவும் சுலபமாக நடைபெறுகிறது. உளக்கிளர்ச்சி உணர்வுகள் எவ்வளவு வலிமையாக உள்ளதோ அந்த அளவுக்கு மாறாத மற்றும் நிலைத்த தன்மையுள்ள கற்றல் நிகழும். ஒரு குழந்தை ஊசியால் ஒரு முறை குத்தப்பட்ட உடனேயே ஊசி குறித்த பயத்தைக் கற்றுக்கொள்ளும்.

(2) நியூரான்களின் அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றம் :-

நரம்புத் தூண்டலானது ஒரு நரம்பின் மீது கடந்து செல்லும் போது நியூரான்களில் மின்வேதியியல் மாற்றங்கள் (electrochemical changes) ஏற்படுகின்றன. இம்மாற்றங்கள் DNA யின் அமினோ அமில வரிசையில் (aminoacid sequence) மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. இவ்வாறு மாற்றப்பட்ட DNA வானது நியூரான்களின் புரதமூலக் கூறுகளில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. இவ்வாறு ஏற்பட்ட மாற்றங்கள் நிலைத்து விடுவதால் ஒரு அனுபவத்தின் மூலம் கற்ற விஷயங்கள் நீண்ட நாட்கள் நினைவில் வைக்கப்படுகின்றன.

பேராசிரியர் ஹைடன் (1976) நிகழ்த்திய பரிசோதனைகளில் மேற்கண்டவைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. மேலும், நியூரான்கள் தூண்டப்படும்போது புரதங்கள் அதிக அளவில் உற்பத்தியாவதாகவும் பேராசிரியர் ஹைடன் கண்டுபிடித்தார். (எ.கா). பேராசிரியர் ஹைடன் நடத்திய ஒரு பரிசோதனையில் எலிகளை இரண்டு குழுக்களாக பிரித்தார். ஒரு குழுவினை இருளில் தனிமைப் படுத்தி வைத்தார். மற்றொரு குழுவினை இயல்பாகப் பிற எலிகளுடன் பழகும்படிச் செய்தார். சில நாட்களுக்குப்பிறகு முழுவதும் தனிமைப்படுத்தி எந்தவித உணர்வுத் தூண்டலும் அளிக்கப்படாமல் இருளில் வைக்கப்பட்டிருந்த எலிகளின் மூளையைப் பரிசோதித்தபோது அவற்றின் நியூரான்களில் குறைந்த அளவுப் புரதங்களே இருந்தன. ஆனால் அனைத்து உணர்வுத் தூண்டல்களுக்கும் உட்படுத்திக் கற்றுக்கொள்ள அனுமதிக்கப்பட்ட எலிகளின் நியூரான்களில் அதிக அளவுப் புரதங்கள் இருந்தன. மற்றொரு பரிசோதனையில் பயிற்சியளிக்கப்பட்ட விலங்குகளையும், பயிற்சியளிக்கப்படாத விலங்குகளையும் (trained and untrained animals) ஒப்பிட்டபோது பயிற்சி அளிக்கப்பட்ட விலங்குகளின் நியூரான்களில் அதிக டென்ட்ரைட்டுகள் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

அத்தியாயம் – 9

செயல் நோக்கம் (Motivation)

விலங்குகள் ஒவ்வொருமுறை உணர்வுத் தூண்டல் பெறும் போதும் ஒரே மாதிரியாக எதிர்வினை புரிவதில்லை என்பதைப் பல விலங்குகளில் நாம் சாதாரணமாக காணலாம். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு சிங்கம் புதர்களுக்கிடையே நடமாடும் போது எதிரே வரும் காட்டு விலங்குக் கூட்டத்தைக் கண்டால் அவற்றைத் துரத்திச் செல்லும் அல்லது அவற்றில் ஒன்றைச் கொல்லவும் கூடும். பிறிதொரு சமயத்தில் அதே சிங்கம் இவ்விலங்குக் கூட்டத்தைக் காணும்போது அதன் உணவு அக்கூட்டத்தில் இருந்தாலும் அதனை உதாசீனம் செய்துவிட்டு சாதாரணமாகக் கடந்து செல்லும். எனவே ஒவ்வொரு சந்திப்பிற்கும் இடையே ஏதோவொன்று மாறியுள்ளது என்பது தெளிவு. சிங்கம் பெற்ற உணர்வுத் தூண்டலில் எந்த மாற்றமுமில்லை எனும்போது விலங்கின் உள்ளகத்தில் மாற்றம் (Internal change) ஏற்பட்டுள்ளது என்று அறியலாம். இவ்வாறு ஏற்படும் உள்ளக மாற்றம் செயல் உட்கோள் அல்லது செயல்நோக்கம் (Motivation) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

வரையறை:-

ஒரு விலங்கிற்கு ஒரே விதமான தூண்டலை பல்வேறு சந்தர்ப்பங்களில் அளிக்கும்போது விலங்கின் உடற்செயலியல் செயல்பாடுகளில் ஏற்படும் ஏற்ற இறக்கங்களின் விளைவாக ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் வெவ்வேறு விதமாக அவ்விலங்கு செயல்படும் என்று பார்லோ 1977 (Barlow) செயல் நோக்கத்தை வரையறுத்துள்ளார். செயல்நோக்கம் என்னும் சொல்லுக்கு பதிலாக மனப்பாங்கு (mood), போக்கு (tendency) அல்லது செயலூக்கம் (drive) போன்ற சொற்களையும் பயன்படுத்தலாம்.

செயல் நோக்கத்தின் சிறப்புப் பண்புகள்:-

1. செயல்நோக்கம் என்பது இலக்கு (goal) சார்ந்த நடத்தையாகும். இலக்கு என்பது நிறைவை (satiation) எதிர்நோக்கும் நிலையாகும்.

2. இலக்கை நோக்கிய செயல்பாடுகள் உணர்வுத்தூண்டல் மூலம் செயல்படுத்தப்படுகிறது.

3. செயல்நோக்க நடத்தையில் கீழ்க்கண்ட மூன்று ஆக்கக் கூறுகள் உள்ளன.

(i) இலக்கைத் தேடும் நிலை (எ.கா. உணவையும் நீரையும் தேடுதல்).

(ii) இலக்கை நிறைவேற்றும் நிலை (எ.கா. உண்ணல் மற்றும் குடித்தல்)

(iii) இயங்கா காலம் (முழுநிறைவு அடைந்த பிறகு உள்ள காலம்.

4. இந்த ஆக்கக்கூறுகள் செயல்நோக்கத்தின் நிலையான செயற்பாங்கம் (fixed action pattern-FAP) ஆகும். இவை மாறாத்தன்மையுடையவை.

தன்னுடைய பசியையோ அல்லது தாகத்தையோ தீர்த்துக் கொள்ள விலங்குகள் உண்ணவும் குடிக்கவும் செய்கின்றன. ஒரு பறவை தன்னுடைய முக்கியமான செயல்பாடான இனப்பெருக்கத்திற்காகக் கூடுகளைக் கட்டுகின்றன. பசி, தாகம் மற்றும் கூடுகட்ட விரும்புதல் போன்றவை செயலூக்கம் (drives) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

செயலூக்கம் என்னும் சொல் முதன்முதலில் ராபர்ட் வுட்வொர்த் (Robert Woodworth) என்பவரால் 1918ம் ஆண்டு பயன்படுத்தப்பட்டது. இவர் முதன்மை செயலூக்கச் செயல்பாடுகள் திசுக்களின் தேவையைப் பொறுத்தும், இரண்டாம் நிலை செயலூக்கத்தின் செயல்பாடுகள் கற்று அறிந்து கொண்ட பழக்கத்தைப் பொறுத்தும் ஏற்படுகின்றன என்றும் விளக்கினார்.

செயல் நோக்கத்தின் நரம்பு உடற்செயலியல் செயல்பாடுகள்:-

முதுகெலும்புள்ள உயிரிகளின் மூளையில் உள்ள ஹைப்போதலாமஸ் மற்றும் பெருமூளைப் புறணி போன்றவை விலங்குகளின் செயல்நோக்கத்தில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன.

நடத்தையில் ஹைப்போதலாமஸின் பங்கு:-

ஹைப்போதலாமஸ்ஸானது ஹைப்போஃபைசிஸ் மற்றும் மூளை ஆகியவற்றுடன் தொடர்புடையதாக இருப்பதால் செயலூக்க நடத்தையினைக் கட்டுப்படுத்தும் மையமாகச் செயல்படுகிறது. ஹைப்போதலாமஸில் உள்ள சில குறிப்பிட்ட பகுதிகள் இரத்தத்தில் உள்ள உப்புக்களின் அடர்த்தியை அறியக்கூடியத் திறனைப் பெற்றிருக்கின்றன. அவை இரண்டு வழிகளில் செயல்படுகின்றன. 1. நியூரோஹைப்போஃபைசிஸானது ADH என்னும் சிறுநீர்ப்பெருக்கெதிர் ஹார்மோனைச் சுரப்பதால் சிறுநீரகத்தில் இருந்து நீர் மீண்டும் உறிஞ்சிக்

கொள்ளப்படுவது அதிகரித்தல். 2. விலங்கானது நீரைத் தேடிச்சென்று குடிக்க வழிநடத்துதல். ஹைப்போதலாமஸில் உள்ள மைய வயிற்று உட்கரு (ventro median) தூண்டப்படும்போது உணவூட்டச் செயல்பாடுகளை ஒடுக்குகின்றது. ஆனால் பக்க ஹைப்போதலாமஸ் உணவூட்டத்தை அதிகரிக்கின்றது. இதைப்போல், பால்சார் நடத்தைகள், தூக்கம், உள்ளக்கிளர்ச்சி மற்றும் தாய்மை நடத்தை போன்றவையும் ஹைப்போதலாமஸில் உள்ள குறிப்பிட்ட பகுதிகளுடன் தொடர்புடையவை.

ஹைப்போதலாமஸில் இரண்டு ஒழுங்குபாட்டுச் செயல்முறைகள் உள்ளன. அவை ஒன்றுக்கொன்று எதிர்மறையாகச் செயல்படுகின்றன. ஒரு வழியில் கிளர்ச்சியடைய வைத்தால் மற்றொரு வழி அதனைத் தடைசெய்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஹைப்போதலாமஸின் மையவயிற்றுப்புறப்பகுதி தடைச் செயல்பாட்டை அளித்தால் அதன் பக்கங்கள் கிளர்ச்சிச்செயல்பாட்டை ஏற்படுத்துகிறது. மேலும் இந்த இரண்டு வழிமுறைகளையும் சுற்றுச்சூழல் மற்றும் பெருமூளைப் புறணி போன்றவை கட்டுப்படுத்துகின்றன. சுற்றுச்சூழல் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் மற்றும் உடற்திரவத்தில் ஏற்படும் அடர்த்தி வேறுபாடுகள் போன்றவற்றை உடனடியாக அறியும் திறனை ஹைப்போதலாமஸ் பெற்றிருக்கின்றது.

2. செயல் நோக்கத்தில் பெருமூளைப் புறணியின் பங்கு:-

ஹைப்போதலாமஸ் மட்டுமின்றி மூளையின் பிற பகுதிகளும் செயல் நோக்கத்தில் பங்குபெறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக பெருமூளைப் புறணியின் அடிப்பகுதி, பெருமூளைக் கோளத்தின் முன்பகுதி மற்றும் முன் மூளைப் போன்றவற்றையும் ஹைப்போதலாமசுடன் இணைந்து செயல்நோக்க நடத்தையினைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

செயல்நோக்கத்தின் கொள்கை:-

1. லோரென்ஸின் நீர்மக் கொள்கை (Lorenz's hydraulic model):-

கொன்ராட் லோரென்ஸ் (1950) அக மற்றும் புறக்காரணிகள் எவ்வாறு வினைபுரிந்து ஒரு நடத்தையை வெளிக்கொணர்கின்றன என்பதை விவரித்துள்ளார். இது நீர்ம மாதிரி (hydraulic model) என்றும், உளத்தியல்சார் நீர்மாதிரி (psychohydraulic model) என்றும் பல்வேறு பெயர்களில் அழைக்கப்படுகிறது. இக்கொள்கை நீர்மபாய்வு அமைப்பு (hydraulic flow system)

முறைப்படிச் செயல்படுவதால் இதற்கு இப்பெயர்கள் இடப்பட்டன. செயல்நோக்கத்திற்கு ஒரு எதிரி எதிர்ப்படுதல், உணவு தென்படுதல், இணையின் நடத்தை போன்ற வெளிக்காரணிகளும் இரத்தத்திலுள்ள குளுக்கோஸ் அல்லது ஹார்மோன்களின் அளவு போன்ற உட்காரணிகளும் காரணங்களாக அமைகின்றன.

அத்தியாயம் – 10

உயிரியல் கடிகை
(Biological clock)

முன்னுரை:-

நாம் அனைவரும் ஒவ்வொரு நாளும் விடியலில் ஏறக்குறைய ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் கண்விழிக்கிறோம். இரவில் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் உறங்குகிறோம். சில சமயங்களில் கடிகார மணி ஒலிப்பதற்கு முன்பே நாம் எழுந்து விடுதல் எதனால்? நமது உடலில் உள்ள **உள்ளகக்கடிகை** (Built in clock) என்பது நமது உறங்குதல் -- விழித்தல் நேரத்தை ஒழுங்குபடுத்துவதால்தான் நாம் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் உறங்கி விழிக்கிறோம். மனிதர்கள் மட்டுமல்லாமல் எல்லா விலங்குகளுக்கும் இந்த உள்ளக உயிரியல்கடிகை (Innate biological clock) உள்ளது. (பிட்டர்ன் டிரிக் 1960) (Pittern drigh).

வரலாறு:-

உயிரிகளில் பல்வேறு ஒத்திசைவு (Rhythm) வகைகள் உள்ளன. மாவீரன் அலெக்ஸாண்டர் இந்தியா மீது படையெடுத்த போது, அவருடைய வீரர்களில் ஒருவரான ஆன்ட்ரோஸ்தெனிஸ் (Androsthenes) என்பவர் புளியமர இலைகளில் அன்றாட இயக்க ஒழுங்கு இருப்பதைக் கண்டார். அதற்குச் சுமார் 300 ஆண்டுகளுக்கு முன் அரிஸ்டாட்டில் (Aristotle) பகல் நேரங்களில் இலைகள் வானத்தை நோக்கி விரிந்திருப்பதையும் இரவில் மடிந்து மூடிக்கொள்வதையும் குறிப்பிட்டுள்ளார். விலங்குகளில் ஒத்திசைவு (Rhythm) காணப்படுவதையும் விலங்குகளிலும் தாவரங்களிலும் நடைபெறும் சீரொழுங்கு இயக்கம் (Periodicity) மரபுவழிப் பண்பு என்றும் சார்லஸ் டார்வின் (1880) குறிப்பிட்டுள்ளார். ஆதவன் உதித்து மறைவதால் பகல் இரவு எற்படுகிறது. சந்திரன் வளர்ந்து தேய்வதாலும் அலை ஓதங்கள் (tides) சீராக உயர்ந்து (high tide) தாழ்வதாலும் (low tide) முறையே மதிஒத்திசைவு (lunar rhythem) மற்றும் அலைஓதஒத்திசைவு (tidal rhythm) ஆகியவை ஏற்படுகின்றன. எல்லா உயிரினங்களும் இந்த ஒத்திசைவுக்கு உட்பட்டு நடக்கின்றன. தம்முடைய செயல்பாடுகளை இந்த ஒத்திசைவுச் சுழற்சிக்கு ஏற்ப ஒழுங்குபடுத்திக் கொள்கின்றன. அன்றாட ஒத்திசைவு இயக்கங்கள் ஓர் அடிப்படைப் பண்பாக ஒரு செல் உயிரிகள் முதல் பிரைமேட்டுகள் வரை

காணப்படுகிறது. ஒரு நாளின் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் மட்டுமே பாரமீசியங்கள் இனப்பெருக்கத்திற்காகக் கூடுகின்றன. பறவைகள் காலை மற்றும் மாலை நேரங்களில் மட்டும் பாடுகின்றன. ஆந்தை, கழுதைப்புலிகள், நரி மற்றும் முள்ளம்பன்றி போன்றவை இரவிலும், மான், குரங்கு போன்றவை பகலிலும் சுறுசுறுப்பாக இயங்குகின்றன. உடலில் உள்ள உள்ளகக் கடிகைகள் ஆந்தைகள், எலிகள், மற்றும் கரப்பான்பூச்சிகள் போன்ற விலங்குகளைப் பகலில் உறங்கி இரவில் இயங்க வைக்கின்றன. கிளிகள், மைனாக்கள், அணில்கள், சிட்டுக்குருவிகள் போன்றவை இரவில் உறங்கிப் பகலில் இயங்குகின்றன. வளர்ப்பு மிருகங்களான நாய், பூனை போன்றவற்றின் உடலில் இருந்து கோடைகாலத்தில் அதிக உரோமங்கள் உதிர்வதையும் குளிர்காலத்தில் அடர்த்தியுடன் உரோமங்கள் வளர்வதையும் அனைவரும் அறிவோம். செம்மறி ஆடுகளின் உடலில் வருடாந்தரச் சுழற்சியில் கம்பளிகள் உருவாவதைப் பார்க்கலாம்.

பறவைகள் ஓர் ஆண்டின் குறிப்பிட்ட காலத்தில் வலசைபோதலை மேற்கொள்கின்றன. விலங்குகளின் நடத்தையியலில் குறிப்பிடத்தக்க அளவு சீரொழுங்கு இயக்கம் காணப்படுகிறது. இச்சீரொழுங்கு இயக்கத்தில் (Periodicity) நரம்புகள், நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் மற்றும் வெளிப்புறச்சூழல் ஆகியவை இணைந்த சிக்கலான செயல்பாடுகள் அடங்கியுள்ளன.

வரையறை:-

1936ல் எர்வின் பான்னிங் (Erwin Banning 1936) என்பவர் "உயிரிகள் அனைத்தும் உள்ளகத் தானியங்கி ((innate and automatic) ஒத்திசைவைப் பெற்றுள்ளன என்றும் இவ்வொத்திசைவு 24 மணிநேரத்திற்கு ஒரு முறை மீண்டும் நிகழ்கிறது என்றும் இவை காலத்தைக் கணிக்க பயன்படுகிறது". என்றும் கூறினார். சுருக்கமாகச் சொல்வதென்றால் ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்கின்ற செயல் உயிரியல் ஒத்திசைவு (Bilological rhythm) எனப்படும்.

பெரும்பாலான உயிரிகள் அன்றாட மற்றும் வருடாந்தர சுழற்சிகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. அதில் (1) பகலியங்கு உயிரிகள் (Diurnal) (2) இரவியங்கு உயிரிகள் (Nocturnal) மற்றும் (3) வைகறை–அந்திப் பொழுதுயிரிகள் (Twilight (or) Crepusclar) போன்றவை அடங்கியுள்ளன. உயிரியல் ஒத்திசைவுகளில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன.

(அ) அகப்பிறப்புஒத்திசைவு (Endogenous rhythm) :- ஒரு விலங்கின் உடற் செயலியலில் தாமாக (அ) இயல்பாக ஏற்படும் ஏற்ற இறக்கங்கள் அக ஒத்திசைவுடன் நடைபெறுவது 'அகப்பிறப்பு ஒத்திசைவு' எனப்படும். இது 'உள்ளார்ந்த ஒத்திசைவு' (Innate rhythm) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

(ஆ) புறப்பிறப்புஒத்திசைவு (Exogenous rhythm):- இது ஒளி, வெப்பம் போன்ற சுற்றுச்சூழல் சுழற்சிக்கேற்ப நடைபெறுகிற நேர்முக மறுவினையாகும் (direct response).

(எ.கா) காலையில் மலரும் போர்ட்டுலாக்கா (Portulacca) என்றழைக்கப்படும் (office flower or morning glory) தாவரத்தின் மலரானது சூரியன் மேலே எழும்போது மலர்ந்து மறையும் போது மூடிக்கொண்டுவிடும். பறவைகள் வலசைபோகும்போது ஏற்கனவே தீர்மானித்தபடி தாம் வரவேண்டிய இடத்திற்குத் தமக்கு உகந்த நேரத்தில் சரியாக வந்து சேரும். மனிதர்கள் கண்டம் விட்டு கண்டம் துரிதமாகக் கடந்து சென்ற பிறகு, ஆரம்பத்தில் மதிய வேளைகளில் தூக்கம் வருவதும் மாலைத் தேனீர் நேரத்தில் படுக்கைக்குச் செல்வதும், நடுநிசி 2 மணிக்கு விழித்தெழுந்து காலை 8.00 மணிக்கு உறங்கச் செல்வதும் சில நாட்களுக்கு பிறகுப் புதிய சூழலுக்கு மீள்வதும் மனிதர்களில் உயிரியல் கடிகாரம் இருப்பதை உறுதி செய்கின்றன.

அகப்பிறப்புஒத்திசைவு மற்றும் புறப்பிறப்புஒத்திசைவு ஆகிய இரு வகைகளும் முக்கியமானவைகளாகும். அகப்பிறப்புஒத்திசைவு மற்றும் புறப்பிறப்புஒத்திசைவு ஆகிய இருவகை ஒத்திசைவுகளுக்கும் இடையே உள்ள உறவினை 1960ல் லோரென்ஸ் (Lorenz) விளக்கினார். உயிரியல்கடிகை நடத்தைகளை அகப்பிறப்பு தூண்டல்களோ அல்லது புறப்பிறப்பு தூண்டல்களோ தனித்தனியாகக் கட்டுப்படுத்துவதில்லை. மாறாக இரண்டுவகைத் தூண்டல்களும் இணைந்த இடையீட்டுவினையே அதனைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஆரம்பத்தில் உயிரியல்கடிகையை நிறுவிச் செயல்பட வைக்க, புறப்பிறப்புத் தூண்டல்களான நாளின் நீளம், சந்திரனின் நிலை, அலை ஓதம் (tide), மற்றும் வெப்பம் போன்றவை மிக முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. ஆனால் சில நாட்களுக்குப்பிறகு உடற்செயலியல் நிகழ்ச்சிகளால் ஒழுங்குபடுத்தப்படும் தூண்டல்கள் உயிரியல்கடிகையை நிறுவி செயல்படத்தொடங்குகின்றன. புறத்தூண்டல்கள் தடுக்கப்பட்டாலும் அல்லது உயிரிகளை அவற்றின் வாழிடத்தில் இருந்து அப்புறப்படுத்தி நிலையான ஒளி, வெப்பம், அழுத்தம், ஈரப்பதம் மற்றும் வேதியல் கூட்டமைப்பு உள்ள இடங்களில் வைத்திருந்தாலும் அவை தம் இயற்கை

வாழிடங்களில் இருந்த போது வெளிப்படுத்திய அதே உயிரியல் ஒழுங்கை (biorhythm) வெளிப்படுத்தின என்று சில ஆராய்ச்சி முடிவுகள் கூறுகின்றன. அதாவது உயிரிகளுக்கு உள்ளகக் கடிகை இருப்பதாகவும் அவை விலங்குகளின் நடத்தையியல் ஒத்திசைவைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்றும், பின்னர் அகப்பிறப்புத்தூண்டல்களின் உதவியுடன் உயிரியல்கடிகை செயல்படத்தொடங்குகிறது என்றும் ஆராய்ச்சி முடிவுகள் வெளிப்படுத்துகின்றன. ஆனால் வெளிப்புறத் தூண்டல்கள் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் உயிரியல் கடிகையை மீண்டும் மீண்டும் நிறுவுதலை மட்டும் செய்கின்றன. இந்த வெளிப்புறத் தூண்டல்கள் ஸீட்கிபர்கள் அல்லது உட்புகுத்திகள் (Zeitgebers or Entrianers) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

பரிணாமத்தின் போது விலங்குகள் பலவகையான அகப்பிறப்பு ஒத்திசைவுகளை முயன்று பெற்றன. அவை

1. நாளொழுங்குச் சுழற்சி (Circadian rhythm) 24 மணி நேர சுழற்சி
2. அலை ஒழுங்குச் சுழற்சி (Circatidal rhythm) 12.4 அல்லது 24.8 மணி நேர சுழற்சி
3. அரைமதிக் கடிகை அல்லது சேர்க்காசிசைஜிக் கடிகை (Semi lunar (or) Circasyzygic clock)
4. மதியொழுங்குச் சுழற்சி (Circalunar rhythm) 29 நாள் கொண்ட சந்திர சுழற்சி
5. ஆண்டொழுங்குச் சுழற்சி (Circaannular rhythm)

சேர்க்கா என்ற சொல்லுக்கு ஏறக்குறைய (Circa=about) என்று பொருள். இந்த உள்ளகக் கடிகைகள் அனைத்தும் ஏறக்குறைய நடைபெறுவதால் சேர்க்கா என்னும் சொல்லை முன்னொட்டு (Prefix) இடுவது மிகவும் அவசியம். (எ.கா) 24 மணிநேரச் சுழற்சி அல்லது நாளொழுங்குச்சுழற்சி என்று குறிப்பிடுவது கடிகாரக் கருவிப்படி 24 மணிநேரத்தை குறிப்பதன்று. இதன்பொருள் ஏறக்குறைய 24 மணிநேரம் என்பதாகும்.

1) நாளொழுங்கு கடிகை (Circadian Clock):-

ஏறக்குறைய 24 மணிநேர அடிப்படையில் செயல்படும் உயிரியல் கடிகை 'நாளொழுங்குக் கடிகை' எனப்படும். செயலாக்கக் காலம் மற்றும் உறக்கக் காலம் (activity and sleep period) ஆகிய இரண்டு இயக்கங்களும் மாறி மாறி நடைபெறுகின்ற இச்சீரியக்கமானது ஒளி / இருள் சுழற்சியுடன் (light – dark cycle)

ஒருங்கிசைந்து ஏற்படுகிறது. சில விலங்குகள் சூரியோதயத்திலும் சூரிய அஸ்தமனத்திலும் மிகச்சிறப்பாகச் செயல்படுகின்றன. இவை வைகறை–அந்திப்பொழுதுயியங்குயிரிகள் (Crepuscular) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இரவில் சிறப்பாக இயங்கும் உயிரிகள் **இரவியங்குயிரிகள்** (Nocturnal) என்றும் பகலில் சிறப்பாக இயங்குபவை **பகலியங்குயிரிகள்** (Diurnal) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. நாள் சார்ந்த சீரியக்கம் தேனீக்களின் செயல்பாடுகளின் மூலம் நன்கு விளக்கப்படுகிறது. ஒரு பரிசோதனையில் தேனீக்களுக்கு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் அதாவது சூரியன் அதிகபட்ச ஒளியுடன் பிரகாசிக்கும் நேரமான நன்பகல் 12.00 மணிமுதல் 2.00 மணிக்குள் ஓர் உணவுக் கிண்ணத்தைப் பார்வையிடும்படி பயிற்சியளிக்கப்பட்டது. இப்பயிற்சியளிக்கப்பட்ட தேனீக்கள் இந்த நேரத்திற்குள் உணவுக்கிண்ணத்தைப் பார்வையிடுவதைப் பழக்கமாக்கிக் கொண்டன. மேகமூட்டம் இருக்கும் காலங்களிலும் வெப்பநிலை குறைவாக உள்ள நாட்களிலும் கூட தேனீக்கள் குறித்த நேரத்தில் உணவுக்கிண்ணத்தைப் பார்வையிட்டன. எனவே தேனீக்களின் உள்கடிகைக்கேற்ப (inbuilt clock) இச்செயல்பாடுகள் நடைபெறுகின்றன என்பது விளங்குகிறது. அலையத இடைப்பகுதி (intentidal zone) யில் வாழும் சில நண்டுகள் தம் ஓடுகளின் நிறத்தில் சில சுழற்சி வேறுபாடுகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. பகல் நேரத்தில் வெளிர் நிறத்திலும், இரவு நேரத்தில் அடர்ந்த நிறத்திலும் ஓடுகள் காணப்படுவதால் நண்டுகள் எதிரிகளிடம் இருந்து தப்பித்துக்கொள்கின்றன. வவ்வால்கள் மற்றும் கொறிப்பன ஆகிய விலங்குகள் உகந்த சூழல் இல்லாத போது **தினசரி மசணைத்தன்மையை** (Daily torpor) வெளிப்படுத்துகின்றன. மிக அதிக குளிர் நிலவும் போது **Snow bunting** நாளின் ஒரு பகுதியைப் பனிக்கு அடியில் கழிக்கின்றது என்று வெல்லி 1962 (Welly 1962) குறிப்பிடுகிறார். **கருப்புத் தொப்பி சிக்கடீக்கள்** (Black capped Chickadees) குளிர்கால இரவு நேரத்தில் தம் உடல் வெப்பத்தை 7° வரை குறைத்துக் கொள்வதால் அவற்றின் ஆற்றல் தேவை 60% வரை குறைகின்றது. நாள் சார்ந்த சீரியக்கமானது இட மாற்றம், வயது போன்றவற்றால் மாறுபடும் தன்மையுடையது (எ.கா) இளம் மரக்கோழிகள் (Wood chucks) மாலை நேரங்களில் மட்டும் சுறுசுறுப்பாக இயங்குகின்றன. ஆனால் முதிர்ந்த மரக்கோழிகள் நாள் முழுவதும் சுறுசுறுப்பாக இயங்குகின்றன. மனிதர்களிலும் உறக்கச் சுழற்சி வயதிற்கேற்ப மாறுபடுகின்றன. வயதாக ஆக மனிர்களின் உறக்கக் காலம் குறைகின்றது. இளம் வளைக்கரடிகள் (Badgers) காலை நேரங்களில் சுறுசுறுப்பாக உள்ளன. அவை வளர வளர அவற்றின் செயலாற்றல் காலை நேரத்தில் இருந்து மாலை நேரத்திற்கு மாறிவிடுகின்றது. (ஈபில் ஈப்ஸ்ஃபெல்ட் 1950) (Eibl Eibes feldt, 1950) இதைப் போல ஒரே வாழிடத்தில் வாழும் இரண்டு சிற்றினங்களின் நாள் சார்ந்த இயக்கங்கள்

அவ்விரு சிற்றினங்களுக்கிடையே ஏற்படும் போட்டிகளைக் குறைப்பதில் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஒரே வாழிடத்தில் வாழும் ஈக்களை உண்ணும் பறவைகளுக்கும் வவ்வால்களுக்கும் ஒரு போதும் நேரடியாகப் போட்டி ஏற்படுவதில்லை. ஏனெனில் பறவைகள் பகலியங்கு விலங்குகளாகவும், வவ்வால்கள் இரவியங்கு விலங்குகளாகவும் இருப்பதால் அவற்றினிடையே ஒரு போதும் ஒரே வகை உணவுக்காகப் போட்டி வருவதில்லை.

உயிரியல் கடிகைகள் நடத்தையியலை மட்டுமல்லாது உடற்செயலியல் செயல்பாடுகளையும் புறப்பிறப்புக் காரணிகளுடன் ஒருங்கிணைந்து செயல்படவைக்கின்றன. (எ.கா) விலங்குகளின் சுவாசம் நாள் முழுவதும் ஒரே சீராக இருப்பதில்லை. சிறிய உயிரியான மண்புழுகூட உயிர்வாயு நுகர்தலில் (Oxygen Consumption) பகலியங்கு ஒத்திசைவைப் பெற்றுள்ளது. லாம்பிட்டோ மாரிட்டியை (Lampito *mauritii*) என்னும் மண்புழு இனமானது சூழ்நிலையில் அதிக உயிர்வாயு உள்ளபோது அதிகச் சுறுசுறுப்புடன் காணப்படுகிறது. (Kulkarni 1984). பனையேறிக்கெண்டை (Anabas), தேளிமீன் (Clarius) மற்றும் விரால் (Channa) ஆகிய காற்று சுவாசிக்கும் மீன்களின் (Air breathing fishes) உயிர்வாயு நுகர்ச்சியின் நாள் சார்ந்த இயக்கம் குறித்து பட்ரா 1984 (Patra 1984) என்பவர் ஆராய்ந்த போது அவற்றின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் தெளிவான ஒத்திசைவு இருந்தது கண்டறியப்பட்டது. மேலும் அவை காலை வேளைகளில் மிகுந்த சுறுசுறுப்புடன் உணவைத் தேடியதாகவும் மாலையிலிருந்து அவற்றின் செயல்திறன் குறைந்து நீருக்குள் மூழ்கி இருந்ததாகவும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதாவது இந்த மீன்கள் காலை நேரங்களில் அதிக வளிமண்டலக்காற்றை சுவாசித்தன என்றும் மாலை நேரங்களில் நீரில் கரைந்துள்ள உயிர்வாயுவினை சார்ந்து இருந்தன என்றும் கண்டறியப்பட்டது. மேலும் இந்த ஒத்திசைவானது (rhythm) நீரில் கரைந்துள்ள உயிர்வாயுவின் தினசரி ஏற்ற இறக்கத்துடன் தொடர்புடையது என்பதும் விளங்குகிறது.

உயிரியல் கடிகையின் மூலம் விலங்குகள் சுற்றுச்சூழல் நிகழ்வுகளை கணிக்கக் கற்றுக் கொள்கின்றன. (எ.கா–1) இரவில் உலவும் விலங்குகள் சூரிய உதயத்திற்கு முன் வேட்டையாடுவதை நிறுத்திக்கொண்டு தம் பதுங்கிடங்களுக்குத் திரும்பிவிடுகின்றன. (எ.கா–2) இனப்பெருக்கக்காலத்தில், சில விலங்குகள் தம் குட்டிகளுக்கு அபரிமிதமான அளவில் உணவு கிடைக்கின்ற காலத்தில் பிறக்கும்படியாகத் தம் இனச்சேர்க்கை நேரத்தை சரியாகக் கணித்து கலவியில் ஈடுபடுகின்றன.

விலங்குகளுக்குக் குறிப்பிடத் தக்க அளவு நேரஉணர்வு (time sense) இருக்கின்றது. பனாமாவில் காணப்படும் அழகிய பறவையான பைல் எட் டினாமு (Pile at ed tinamou) இரவிலும் பகலிலும் ஒவ்வொரு மூன்று மணி நேரத்திற்கொருமுறை பாடுவதால் பனாமாவில் இது மூன்று மணி நேரப் பறவை (three hour bird) என்று அழைக்கப்படுகிறது. தேனீக்களும் குறிப்பிடத்தக்க நேரஉணர்வைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஸ்விட்சர்லாந்தைச் சேர்ந்த இயற்கை அறிவியலாளரான அகஸ்டே ஃபோரல் (Auguste Foral) என்பவர் ஒவ்வொரு நாள் காலையிலும் தன் வீட்டு மாடியில் காலை உணவு உண்ணும்போது அவருடைய மேசையில் உள்ள பழங்களைத்தேடி தினமும் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் தேனீக்கள் வந்ததாக குறிப்பிட்டுள்ளார். பான் பட் எல் ரீப்பென் (Von Butt e! Reepen) என்னும் ஜெர்மானிய அறிவியலாளர் தேனீக்கள் அவருடைய பண்ணையில் உள்ள பூக்களை மதியம் வரையிலும் சுற்றிவந்ததையும் நண்பகலுக்குப்பிறகு அங்கிருந்து சென்றுவிட்டதையும் குறிப்பிட்டுள்ளார். மேலும் பூக்களில் நாள் முழுவதும் நறுமணம் இருந்தாலும், மதியம் வரைமட்டுமே தேன் இருப்பதால் மணத்தைவிட தேனைத் தேடியே தேனீக்கள் வந்தன என்பதையும் அறிந்தார். அவர் விலங்குகள் உள்ளகக் கடிகாரத்தை (Internal clocks) பெற்றிருக்கின்றன என்பதைக் குறிக்க நேர உணர்வு என்னும் பொருள்தரும் ஸீட்கிடாக்ட்னிஸ் (Zeitgedachtnis) என்னும் புதிய சொல்லை அளித்தார்.

அறிவியலாளர்கள் ஊடிடம் பெயரல் (Translocation experiments) பரிசோத னைகள் மூலம் அகப்பிறப்புத் தூண்டல் மற்றும் புறப்பிறப்பு தூண்டல்களுக்கிடையேயான வேறுபாடுகளைக் கண்டறிந்துள்ளனர். இந்திய விஞ்ஞானி சிரோஹி (Sirohi), ஹாம்மர் (Hammer) மற்றும் ஹோஷிஸாகி (Hoshizaki) ஆகிய அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளுடன் சேர்ந்து 1960ல் கீழ்க்கண்ட பரிசோதனையை நடத்தினார். மூவரும் சில ஹாம்ஸ்டர்கள் (Hamster), அவரை செடிகள், பழப்பூச்சிகள் மற்றும் பூஞ்சைகள் போன்றவற்றின் நடத்தையியலில் காணப்படும் ஒத்திசைவை அறிய அவற்றை அன்டார்க்டிகாவுக்கு எடுச்துச்சென்றனர். பூமியின் சுழற்சி மிகக்குறைவாக உணரப்படும் துருவப்பகுதியில், பூமியின் சுழற்சிக்கு ஈடாக சுழலும் ஒரு சுழல்மேசையில் அவற்றை வைத்தனர். பின்னர் அவற்றை நிலையான வெப்பநிலையும் தொடர்ச்சியாக இருளும் உள்ள இடத்தில் வைத்தனர். இப்பரிசோதனையில் தாவரங்களும் விலங்குகளும் துருவப்பகுதியிலும் தம்முடைய வழக்கமான ஒத்திசைவு நடத்தையை வெளிப்படுத்தின என்பதும், பூமியின் சுழற்சி எந்தப் பாதிப்பையும் ஏற்படுத்தவில்லை என்பதும் கண்டறியப்பட்டது. ஹாம்ஸ்டர்கள் தம்முடைய 12 மணி நேர உறக்கம்–விழிப்பு நடத்தையைத் தொடர்ந்தன. பழப்பூச்சிகளின் முட்டைகள் 24

மணிநேரத்திற்கொருமுறை பொரித்தன. பெட்ரி கிண்ணத்தில் வளர்க்கப்பட்ட பூஞ்சைகளில் வெளிர்நிற மற்றும் அடர்நிற வளர்ச்சி வளையங்கள் வெளிப்பட்டன. இப்பரிசோதனைகள் உயிரியக் கடிகைகள் உயிரிகளில் ஒரு முறை அமைக்கப்பட்டதும் அது எவ்விதத் தடங்கலுமின்றி தொடர்ந்து கொண்டே இருக்கும் என்பதை உறுதி செய்தன. எனினும் இது எப்போதும் நிலைத்து நீடிக்கும் என்று சொல்ல இயலாது. ஏனெனில் விலங்கின் வகை, சிற்றினம், அதன் நடத்தை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து உயிரியல் கடிகைகள் புதிதாகத் திருத்தியமைக்கப்படுகின்றன. சூழ்நிலை மாறாதபோது உயிரியல் கடிகைகள் சரியாக வெளிப்படுதல் அகப்பிறப்புக் கட்டுப்பாட்டு இயக்கத்திற்கு சரியான எடுத்துக்காட்டு என்று கருதப்படுகிறது.

இந்த அத்தியாயத்தின் ஆரம்பத்தில் குறிப்பிட்டபடி மனிதர்களில் ஏற்படும் நாள் சார்ந்த சீரியக்கங்களில் குறிப்பிடத்தக்கது நாம் ஒரு "நேர மண்டலத்தைக் (Time zone) கடந்து மற்றொரு மண்டலத்திற்கு விமானத்தில் செல்லும்போது ஏற்படும் ஜெட் லாக் (Jet lag) ஆகும். நமது உடல் நாம் புறப்பட்ட மண்டலத்தின் நேரப்படி செயல் பட்டுக்கொண்டிருக்கும். நமது உயிரியல் கடிகையானது 5 முதல் 7 நாட்கள் வரை தம்மை மாற்றியமைத்துக் கொள்ளாது. (எ.கா.) புதுடெல்லிக்கும் நியூயார்க்குக்கும் ஏறத்தாழ 12 மணி நேர வித்தியாசம் உள்ளது. புதுடெல்லியில் காலை 10.00 மணி என்றால் நியூயார்க்கில் முந்தைய நாள் இரவு 10.00 மணியாக இருக்கும். இந்தப் பயணத்தை மேற்கொண்டபின் பயணம் மேற்கொண்டவருக்கு பகலும் இரவும் நேர் மாறாகிவிடுவதால், பயணம் மேற்கொண்டவர் இரவில் விழித்திருந்து பகலில் உறங்குவார். எனினும் உயிரியல் கடிகாரம் தம்மைச் சரிசெய்து கொள்ளும்வரை இவ்விளைவு தற்காலிகமாக மட்டுமே இருக்கும். மனித உடலில் பல உடற்செயலியல் செயல்பாடுகளில் நாள் சார்ந்த சீரியக்கம் காணப்படுகிறது. உடல் வெப்ப நிலையானது பகல் நேரங்களில் அதிகமாகவும் இரவு நேரங்களில் குறைந்தும் காணப்படுகிறது. மேலும் பகல் நேரங்களில் இரத்தத்தில் அமிலத் தன்மை குறைவாக இருக்கும். இரவு நேரங்களில் அட்ரீனல் சுரப்பிகள் குறைவாகச் சுரக்கின்றன. சிறு நீரகங்கள் இரவு நேரங்களில் குறைவாகச் சிறுநீரை வெளியேற்றுகின்றன. நாடித்துடிப்பு விகிதம் (pulse rate), இரத்த அழுத்தம், மற்றும் உயிர்வாயு உள்ளிழுத்தல் போன்ற செயல்பாடுகளிலும் சீரியக்கம் காணப்படுகின்றது. குடற்செல்களை வளர்ப்பு ஊடகத்தில் வளர்த்தபோது அச்செல்கள் உடலில் உயிருடன் உள்ள செல்கள் செயல்படுவதுபோல வளர்ச்சி, முதிர்ச்சி அடைதல், நொதி உற்பத்தி போன்ற செயல்களை அதே ஒத்திசைவுடன் செய்தன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

உள்ளகக் கடிகாரத்தைப் பெற்றிருக்கும் பண்பு ஜீன்களின் மூலம் கடத்தப்படுகிறதா? அல்லது தனது சக இனஉயிரிகளிடம் இருந்து இளம்வளர் பருவத்தில் கற்றுக்கொள்கிறதா? போன்ற கேள்விகளுக்கு இன்னும் விடை தெரியாத நிலை உள்ளது. எனினும் இது குறித்து நடத்தப்பட்ட பரிசோதனை முடிவுகள் மரபு வழிக்கடத்தலை ஆதரிக்கின்றன. வெப்ப மண்டல கடல் பிரதேசங்களில் ஏற்படும் கடல் ஒளிர்தலுக்குக் (Sea's phosphorescence) காரணமான ஒற்றைசெல் தொன்மைப்பாசிகள் (Primitive forms) 24 மணி நேர சீரியக்கத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. 12 மணி நேரங்களுக்கு அவை பிரகாசமாகவும் அடுத்த 12 மணி நேரத்திற்கு மங்கலாகவும் ஒளிர்கின்றன. முதலில் இது சூரிய ஒளி அல்லது வெப்பத்தின் காரணமாக நிகழ்கிறது என்று கருதப்பட்டது. ஆனால் இக்கடல்பாசிகளை நூற்றுக்காணக்கான தலைமுறைகளாக இருட்டிலேயே வைத்திருந்தாலும் 12 மணி நேர பிரகாசம் 12 மணி நேர மங்கிய ஒளி என்னும் சீரியக்கத்தைத் தொடர்ந்து கடைப்பிடித்து வந்தன. இப்பரிசோதனையில் இருந்து சீரியக்கங்கள் குறைந்தபட்சம் கீழ்நிலை உயிரிகளில் மரபுவழியாக கடத்தப்படுகிறது என்பது தெளிவாகிறது. கே. ஹாஃப்மன் (1977) (K. Hoffman) நடத்திய பரிசோதனையில், பொரிக்காத பல்லி முட்டைகளை மூன்று குழுக்களாகப் பிரித்து எடுத்துக்கொண்டார். இம்முட்டைகளை முறையே 24 மணி நேரம் (12 மணி நேரம் வெளிச்சம் 12 மணி நேரம் இருள்), 18 மணி நேரம் (9 மணி நேரம் வெளிச்சம் 9 மணிநேரம் இருள்) 36 மணி நேரம் (18 மணி நேரம் வெளிச்சம் 18 மணி நேரம் இருள்) வரையில் அடைகாக்கும் பெட்டியில் (Incubator) வைத்தார். முட்டைகளில் இருந்து குட்டிகள் வெளிவந்ததும் மேற்குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் வளர்த்தார். எனினும் மூன்று குழுக்களையும் சேர்ந்த பல்லிகள் அனைத்தும் நாள்சார்ந்த சீரியக்கத்தையே வெளிப்படுத்தின. இதிலிருந்து உயர் விலங்குகளிலும் உயிரியல் கடிகாரங்கள் மரபுவழிமூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன என்பதை அறியலாம்.

நாளின் நீளம் அல்லது ஒளி நேரமானது உயிரிகளின் உருமாற்றம் போன்ற முக்கியமான செயல்பாடுகளில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது. சார்கோஃபேகா (Sarcophaga) மற்றும் நேசோனியா (Nasonia) ஆகிய பூச்சிகளின் இளவுயிரிகள் கூட்டுப்புழுக்களாகவும் இளம் பூச்சியாகவும் உருமாற வேண்டுமானால் அவை 14 மணி நேரம் வெளிச்சத்தில் இருப்பது அவசியம். 14 மணி நேரத்தைவிடக் குறைந்தால் கூட்டுப்புழுக்கள் சிறிது காலம் வரை உறக்க நிலையை (Dormancy) அடைகின்றன. மீண்டும் போதுமான ஒளியை அவை பெறும்போது இளம்பூச்சியாக உருமாறுகின்றன. பல பூச்சிகளின் கூட்டுப்புழுக்கள் காலை அல்லது மாலை போன்ற தண்மையான (குளிர்ச்சியான) நேரங்களில் கூட்டில் இருந்து வெளிவருகின்றன.

ஏனென்றால் இளம் பூச்சிகளின் தோல் மென்மையாக இருப்பதால் அதிக வெப்பத்தால் தோல் உலர்ந்து மரணம் ஏற்படக்கூடும். எனவே அதிக ஈரத்தன்மையும், சுற்றுச்சூழல் வெப்பநிலை குறைவாகவும் உள்ள காலை மாலை நேரங்களில் கூட்டில் இருந்து இளம்பூச்சிகள் வெளியேறினால் தோல் படிப்படியாக உலர்ந்து கடினத்தன்மையை அடைய ஏதுவாகிறது.

அகஒட்டுண்ணிகளின் உயிரியல் கடிகாரங்கள் அவற்றின் விருந்தோம்பிகள் மற்றும் நோய்க்கடத்திகளின் உயிரியல் கடிகாரத்திற்கு ஏற்ப அமைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக மனிதர்களின் நுரையீரலில் வாழும் யானைக்கால் புழுவான உச்சரீயா பான்கிராஃப்டியின் (Wuchereria bancroftii) இள உயிரிகள் (Larvae) தோலுக்கடியில் உள்ள புறப்பரப்பு இரத்தக்குழாய்களுக்குள் (Peripheral blood vessels) செல்கின்றன. அங்கிருந்து நோய்க்கடத்தியான கொசுவின் மூலம் உறிஞ்சிக் கொள்ளப்படுகிறது. ஆப்பிரிக்காவில், இந்த இளஉயிரிகள் இரவியங்கு கொசுவின் மூலம் கடத்தப்படுகின்றன. எனவே அங்கு இளஉயிரிகள் இரவு நேரங்களில் தோலுக்கடியில் உள்ள புறப்பரப்பு இரத்தக் குழாய்களை அடைகின்றன. ஆனால் ஃபிஜித்தீவில் நோய்க்கடத்தியான கொசுக்கள் பகலியங்கு உயிரியாக இருப்பதால் உச்சரீயா இளஉயிரிகள் பகல் நேரங்களில் தோலுக்கடியில் உள்ள இரத்தக் குழாய்களுக்கு வருகின்றன. மிக எளிய ஒரு செல் உயிரியான பிளாஸ்மோடியம் துல்லியமாக 48 மணி நேரத்திற்கு ஒரு முறை கிருமிகளை இரத்ததில் விடுவித்து நோய்த்தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது. விருந்தோம்பியை பகல் நேரத்தில் உறங்கச் செய்து இரவு நேரத்தில் விழித்திருக்கச் செய்தால் அதாவது – விருந்தோம்பியின் 24 மணி நேர நாள் சார்ந்த சீரியக்கம் நேர்மாறாக மாற்றப்பட்டால் மலேரியா ஒட்டுண்ணியின் உயிரியல் கடிகை அதற்குத் தக்கவாறு மாறிக்கொள்கிறது. இரண்டு சீரியக்கங்களுக்கும் இடையே உள்ள நெருங்கிய தொடர்பு இதன் மூலம் வெளிப்படுகிறது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

2) அலையொழுங்குக் கடிகை (Circatidal clocks):-

கடலின் 'மிகை அலைஓதம்' (high tide) மற்றும் 'குறை அலை ஓதம்' (low tide) ஆகியவற்றுடன் ஒருங்கிசைந்து நடைபெறும் உயிரியல் கடிகை அலையொழுங்குகடிகை எனப்படும். கடற்கரையின் அலை ஒத இடைப்பகுதியில் (intertidal zone) வாழும் விலங்குகள் கடல்நீரில் மூழ்கிவிடுவதும் பின்னர் கடல் நீர் பின் வாங்கும்போது அவை வெளிப்படுவதும் மாறிமாறி நடைபெறும். எனவே அலைஓதஇடைப்பகுதியில் வாழும் விலங்குகள் அலை ஓதத்திற்கேற்ப சீரியக்க

நடத்தைகளைப் (Behavioural periodicity) பெற்றிருக்கின்றன. அலையோதப்பகுதியில் வளைதோண்டி வாழும் சில பிளனேரியாக்களும் பாலிகீட்டுகளும் மிகைஅலையோதம் வருவதற்கு முன் வளைகளை விட்டு வெளிவருகின்றன. மிகைஅலையோதத்தின் போது அதிக உணவுத்துகள்கள் வருவதால் இரட்டை ஓடுடைய மெல்லுடலிகளின் வடித்துண்ணல் விகிதம் அதிகரிக்கின்றது மற்றும் கடல் சாமந்தி போன்ற உயிரினங்களில் உடல் விரிந்து சுருங்குதலும் டென்டகிள்கள் அசைந்து இரையைப் பிடிக்கும் வேகமும் அதிகரிக்கின்றது.

கடற்கரை மணல் தத்துப்பூச்சிகள் (Sand beach hopper) குறை அலை ஓத நேரங்களில் வளைத்தோண்டி உள்ளே சென்று விடுகின்றன. மிகை அலை ஓத நேரங்களில் நீரின் மேலே வந்து நீந்துகின்றன. இதற்கு மாறாக ஃபிட்லர் நண்டுகள் குறை அலைஓத நேரங்களில் உணவைத்தேடி வளையை விட்டு வெளியே வருகின்றன. மிகை அலைஓத நேரங்களில் வளைக்குள் சென்றுவிடுகின்றன. கலிஃபோர்னியா கடற்கரையில் நூற்றுக்கணக்கான க்ரூனியான் என்னும் வெள்ளிமீன்கள் (Silver fish Grunion) மிகைஅலையோதத்துடன் சேர்ந்து கடற்கரையை அடைந்து, ஈரமான தரையில் முட்டைகளையும் விந்துக்களையும் இட்டவுடன் இம்மீன்கள் மீண்டும் நீரை நோக்கிச் சென்றுவிடுகின்றன. முட்டைகள் சரியாக அடுத்த 15 நாட்களில் அதாவது அடுத்த மிகை ஓதம் வருகின்ற நாளில் பொரிக்கும்படி மிகத்துல்லியமாக கணித்து இம்மீன்கள் முட்டைகளை இடுகின்றன. மிகைஅலை ஓதம் வரும்போது மீன் குஞ்சுகள் முட்டை ஓடுகளில் இருந்து தம்மை விடுவித்துக் கொண்டு அலையுடன் சேர்ந்து கடலை நோக்கிப் பயணிக்கின்றன. சின்கெல்லிடியம் (Synchellidium) என்னும் சிறிய நண்டானது குறை அலை ஓத காலங்களில் ஈரமணலின் ஆழத்தில் புதைந்து கொள்கின்றன. மிகை அலை ஓதம் வரும்போது மீண்டும் வெளியே வருகின்றன. புறத்தூண்டலால் (மிகை அலை ஓதத்தினால்) இந்நிகழ்வுகள் ஒருங்கிணைக்கப்பட்டு நண்டுகள் மிகைஅலையோதத்தை எதிர்நோக்கி வளையைவிட்டு வெளியேவரத்தொடங்குகின்றன. செயற்கையான தடைகளைப் பயன்படுத்தி கடல் நீர்வரத்து தடுக்கப்பட்டாலும் கூட, அதாவது நீர் இல்லை என்றாலும் கூட, மிகை அலை ஓத நாட்களில் வளையில் இருந்து நண்டுகள் மேலே வருகின்றன. கடற்கரையில் வாழும் காற்றுச் சுவாசிக்கும் (Air Breathing) நண்டுகள் மிகை அலை ஓதத்தின் வருகையை கணித்து, நீருடன் வரும் எதிரிகளால் வரக்கூடிய ஆபத்தை எதிர்நோக்கி ஒரு புகலிடத்தைக் கட்டத் தொடங்குகின்றன. ஆசிய வெப்பமண்டல நண்டான படைவீரன் நண்டு (Soldier Crab), ஆழம் குறைந்த ஒரு

அகலமான பள்ளத்தை (Shallow Crater) தோண்டுகிறது. தன் தலைக்குமேல் ஒரு கூரை உருவாகும் வரை பள்ளத்தின் இருபக்கங்களிலும் ஈரமான மண் உருண்டைகளைத் தோண்டித் தள்ளி அப்பள்ளத்தில் தன்னைப் புதைத்துக்கொண்டு, கூரையின் உட்புறத்தில் சாந்து பூசி உறுதியாக்குகிறது. இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட புகலிடத்தில் வாழும் நண்டின் செயல்பாடுகள் அனைத்தும் அலை ஓதத்துடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. அவை அலைஒழுங்குக் கடிகையின் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

3) அரைமதிக் கடிகை அல்லது சேர்க்காசிசைஜிக் கடிகை (Semi lunar (or) Circasyzygic clock):-

எழுச்சி ஓதம் (Spring tide) தாழ் ஓதம் (Neap tide) ஆகிய இரு அலை ஓதங்களுடன் ஒத்திசைந்து நடைபெறும் உயிரியல் கடிகை அரைமதிக் கடிகை அல்லது சேர்க்காசிசைஜிக் கடிகை என்றழைக்கப்படும்.

மிகை அலை ஓதங்களில் பெரிய மிகை அலை ஓதம் (highest of the high tide) எழுச்சி ஓதம் என்றும் குறை அலை ஓதங்களில் சிறிய குறை அலை ஓதம் (lowest of the low tide) தாழ்ஓதம் என்றும் அழைக்கப்படும். எழுச்சி ஓதமானது அமாவாசை அல்லது பவுர்ணமிக்குப்பிறகு ஒன்றிரண்டு நாட்கள் கழித்தும், தாழ் ஓதமானது சந்திர சுழற்சியின் இரண்டாவது மற்றும் நான்காவது காற்பகுதியிலும் (quarter) நடைபெறும். (எ.கா) லிட்டோரினா ரூடிஸ் (Littorina rudis) என்னும் விலங்கின் இடப்பெயர்ச்சிச் செயல்பாடுகள் 14.5 நாட்கள் சீரியக்கத்தில் நடைபெறுகிறது. அப்ளிசியா (Aplysia) என்னும் மெல்லுடலிகள் 15 நாள் சீரியக்கத்தில் முட்டையிடுகின்றன.

4) மதியொழுங்குக் கடிகை(Circalunar or Circasynodic clock) :-

சந்திரனின் நிலையுடன் ஒருங்கிசைந்து நடைபெறும் உயிரியல் கடிகை மதியொழுங்கு அல்லது சேர்க்காசினோடிக் கடிகை எனப்படும். சில மனிதர்கள் ஓநாய் போல் மாறி பவுர்ணமி நாட்களில் விலங்குகளைப்போல் நடந்துகொள்வதை நாம் கதைகளில் படித்திருப்போம். இது நல்ல கற்பனை என்றாலும் இயற்கையில் பல விலங்குகள் குறிப்பாக சில முதுகெலும்பற்ற கடல்வாழ் உயிரிகளின் உருவ அமைப்பு முழுவதும் மாறி சில குறிப்பிட்ட நடத்தைகளை மேற்கொள்கின்றன. இந்த நடத்தைகள் சந்திரனின் நிலையைச் சார்ந்து அமைகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகக் கடல் வாழ் பாலிகீட்டான பிளாட்டிநீரீஸ் தூமெரியை (Platyneriis dumerii) நீண்ட புழுபோன்ற உருவமும் இரண்டு பக்கங்களிலும் பக்கக்கால்களையும் உடையவை.

இனப்பெருக்கக் காலங்களில், இப்புழுக்களின் பக்கக்கால்கள், கண்கள், டென்டகிள்கள் மற்றும் உடல் ஆகியவை அளவில் பெரியதாகி பல நிறங்களையுடையதாக மாறி ஹெட்டிரோநீரிஸ் (Heteroneries) எனப்படும் பாலின உயிரியாக மாறுகிறது. இவை பவுர்ணமியன்று கூட்டமாகத் திரண்டு கலவி நடனம் (Nuptial dance) ஆடி முட்டைகளையும் விந்துக்களையும் வெளியிடுகின்றன.

யூனிஸ் விரிடிஸ் (Eunice *Viridis*) என்ற பலோலோ புழுக்களும் சந்திர நிலையை அடிப்படையாகக் கொண்டு செயல்படுகின்றன. இவை ஆழ்கடலில் வாழ்வதால் இவற்றைப் பிடிப்பது மிகமிகக் கடினம். ஆனால் நவம்பர் மாதத்தில் வரும் அமாவாசையன்று இவை பெரும் எண்ணிக்கையில் கடல் மட்டத்தில் திரண்டு இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. சில தரைவாழ் விலங்குகளும் மதியொழுங்கு ஒத்திசைவை மேற்கொள்கின்றன. (எ.கா.) எறும்பரிமா பூச்சிகளின் (antlion Myrmeleon *obscurus*) புற்று கட்டும் செயல்பாடு பவுர்ணமி அன்று உச்சத்தை அடைகிறது.

5) ஆண்டொழுங்குக் கடிகை (Circannual clock):-

தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் பருவகாலங்களின் தாக்கத்தால் ஆண்டுக்கொரு முறை நடைபெறும் செயல்பாடுகள் வருடாந்திரக் கடிகையின் (Circannual clock) கட்டுப்பாட்டில் நடைபெறுகின்றன. சில பூக்கள் கோடையிலும் சில பூக்கள் குளிர்காலங்களிலும் மலர்கின்றன. ஏனெனில் இத்தாவரங்கள் மலர்தல் அந்த நாளின் நீளம், வெப்பம், மற்றும் ஈரப்பதம் ஆகியவற்றினைப் பொறுத்து நடைபெறுகிகிது. கடுமையான தட்பவெப்ப நிலையில் இருந்து தப்பிக்க விலங்குகள் மேற்கொள்ளும் வலசைபோதல் இதற்குச் சரியான எடுத்துக்காட்டாக அமைகிறது. ஒவ்வொரு ஆண்டும் நீண்ட தூர வலசைபோகும் பறவைகளின் உடல் எடை, இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் அளவு, இறகமைப்பு மற்றும் நிறம் போன்ற பண்புகளில் சுழற்சி மாற்றங்கள் (Cyclic changes) காணப்படுகின்றன. மாறா வெப்பநிலையுடைய விலங்குகள் தமக்கு உகந்த சூழல் இல்லாத போது தம் வளர்சிதை மாற்ற செயல்பாடுகளைக் குறைந்த பட்ச அளவுக்குக் குறைத்துக் கொண்டு, மீண்டும் உகந்த சூழல் வரும் வரை உயிர் பிழைத்து செயலொடுக்க நிலை (அ) உறக்கநிலையில் (Dormancy) கழிக்கின்றன. (எ.கா) உள்ளான் பறவையானது (Ruffed grouse) குளிர்காலங்களில் வலசை போவதற்கு பதில் பனிக்கட்டிகளுக்கு கீழ் தம்மை புதைத்துக்கொண்டு உறக்கநிலையை மேற்கொள்கின்றன. ஊங்காரக்குருவிகள் (Humming bird) பனிக்காலத்தில் உறையவைக்கும் குளிரிலிருந்து தப்பிக்க ஆன்டிஸ் மலையிலிருந்து குகைகளுக்குள் சென்று தங்கிவிடுகின்றன. பனிக்காலம்

முடிந்ததும் மீண்டும் குகையை விட்டு வெளியே வருகின்றன. இவ்வாறு ஊங்காரக் குருவி குகைக்குள் சென்று மீண்டும் வெளி வருவதும் ஆண்டொழுங்குக் கடிகையின் கட்டுப்பாட்டில் உள்ளது.

உகந்த சூழல் இல்லாத காலங்களில் சில பறவைகள் மற்றும் பாலூட்டிகள் "மசணைத்தன்மை" (torpor) என்னும் மந்த நிலையை மேற்கொள்கின்றன. நீண்ட கால அல்லது குறைந்த கால அளவில் நடைபெறும் இம்மந்த நிலையும் ஆண்டொழுங்குக் கடிகையின் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. (Barthonolonew, 1972) தவளைகள், தேரைகள், பல்லிகள் மற்றும் பாம்புகள் போன்ற விலங்குகள் குளிரையும் வெப்பத்தையும் தவிர்ப்பதற்காக 'குளிர் உறக்கம்' (hibernation) மற்றும் 'வெப்ப உறக்கம்' (aestivation) ஆகியவற்றை மேற்கொள்கின்றன. அமெரிக்கத் தரை அணில்கள் பொதுவாக அக்டோபர் மாதத்தில் குளிர் உறக்கத்தை மேற்கொண்டு தொடர்ந்து வரும் ஏப்ரல் மாதத்தில் உறக்கத்தை விட்டு வெளியே வருகின்றன. இந்திய வீடுகளில் சாதாரணமாகக் காணப்படும் வீட்டு பல்லிகள் மழைக்காலங்களில் மறைந்து விடுவது அனைவரும் அறிந்ததே. மீன்கள், பறவைகள், திமிங்கிலங்கள் போன்ற பெரிய முதுகெலும்பிகளின் வருடாந்திர இனப்பெருக்கச் சுழற்சி ஆண்டொழுங்குக் கடிகைக்கு சில எடுத்துக்காட்டு ஆகும்.

உயிரியல் கடிகை குறித்த கொள்கைகள்:-

பெண்டுலம் கொள்கை (Pendulum theory) :-

இக்கொள்கையின்படி ஒரு உயிரியானது தமக்குள்ளே ஒரு நாளுக்குச் சமமான உள்ளார்ந்த நேரமுறையைக் கொண்டுள்ள தனிப்பட்ட ஊசலி (Oscillator) ஆகும். இதனை விளக்க ஒரு சாதாரண கடிகாரத்தை எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம். ஒரு சாதாரண கடிகாரத்தில் எவ்வாறு நேரமுறைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளதோ அதுபோல உயிரியல் கடிகாரத்திலும் நேரமுறைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

தளர்வு–ஊசலாட்டக் கொள்கை (Relaxation Oscillation theory):-

இக்கொள்கையின்படி உயிரிகள் எந்த நேரமுறையையும் பெற்றிருக்கவில்லை. ஆனால் எல்லா நேரத்திலும் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும் நிலப்பூதியல் நிகழ்வுகளில் (geophysical events) இருந்து உயிரிகள் ஒத்திசைவு நேரமுறைகளை (rhythmic timing) முயன்று பெறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக மனித இதயம் துடிக்கும் வேகம் கூட சூழ்நிலையைப் பொறுத்து மாறக்கூடியது. இதயத்துடிப்பு வேகத்தினை ஹார்மோன்களால் துரிதப்படுத்தவும் சில

காரணிகளால் குறைக்கவும் முடியும். மேலும் உடற்செயல் நிகழ்வுகளால் அதிகரிக்கவும் மற்றும் ஓய்வெடுப்பதன்மூலம் குறைக்கவும் முடியும். இக்கொள்கை பலராலும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ளது.

உயிரியல் கடிகையை ஒழுங்குபடுத்துதல் குறித்த கேள்விகளில் உயிர்வேதியியல் வினைகளால் (Biochemical reactions) உயிரியல் கடிகை ஒழுங்குபடுத்தப்படுகிறதா? என்பதும் ஒன்றாகும். வேதிவினைகளை ஒழுங்குபடுத்தும் காரணிகளில் வெப்பமும் ஒரு காரணியாகும் 10° C வெப்ப உயர்வானது வேதிவினைகளின் வேகத்தை இரட்டிப்பாக்குகிறது. அதனால் உயிரியல் கடிகையின் வேகமும் இரட்டிப்பாகிறதா என்றால் இல்லை. அவ்வாறு நிகழ்வதில்லை. உடல் வெப்பநிலையில் ஏற்ற இறக்கங்கள் காணப்படும் குளிர் இரத்தப் பிராணிகளில் கூட உயிரியல் கடிகை துல்லியமாகச் செயல்படுகிறது எனவே உயிர்வேதியியல் வினைகளால் உயிரியல் கடிகை ஒழுங்குபடுத்தப்படுவதில்லை.

உயிரியல் கடிகைகள் எங்கே அமைந்துள்ளன? என்பது இது குறித்த மற்றொரு கேள்வியாகும். பெரும்பாலான உயர் விலங்குகளில் நாள் சார்ந்த சீரியக்கங்களைப் பீனியல் உறுப்பு (Pineal body) கட்டுப்படுத்துகிறது. எனினும் நாள் சார்ந்த இயக்கங்களின் பெரும்பாலான செயல்பாடுகள் இன்னும் விளக்கப்படாமலே உள்ளன. ஹிருடோ பிர்மேனிகா (Hirudo *birmanica*) என்னும் அட்டையின் மூளை நீக்கப்பட்டபோது சீரியக்கம் தடைபட்டது. மூளைக்கரைசலை ஊசிமூலம் அட்டைக்குச் செலுத்தியபோது மீண்டும் சீரியக்கம் தொடங்கியது என குல்கர்னி (Kulkarni) மற்றும் குழுவினர் நடத்திய பரிசோதனையில் கண்டறியப்பட்டது. நரம்பணு அச்சு (Axon) வெளியிடும் புரதமடங்கிய நியூரோஹார்மோன் சீரியக்கத்திற்கு காரணமாக இருக்கலாம் என்று ஆரிக்கிகா (Arechiga-1977) குறிப்பிட்டுள்ளார். பல பரிசோதனைகளின் விளைவாக உயிரியல் கடிகைகள் நரம்பு மண்டலத்தால் ஒழுங்குபடுத்துவது உறுதிசெய்யப்பட்டுள்ளது.

அத்தியாயம் – 11

பூச்சிகளின் சமூகநடத்தை (Social Behaviour)

சில விலங்குகள் தனித்தே வாழ்ந்தாலும்கூட குறைந்தபட்சம் இனப்பெருக்கத்திற்காகவாவது தன்னுடைய இனத்திலிருந்து ஒரு துணையைத் தேடுகின்றன. பல விலங்குகள் தற்காலிகமாகவோ அல்லது நிரந்தரமாகவோ ஒரேக் கூட்டமாகச் சேர்ந்து வாழ்கின்றன. இவ்வாறு சேர்ந்து வாழும்போது சில நடத்தைத் தகவமைப்புகள் தேவைப்படுகின்றன. இத்தகவமைப்புகள் விலங்குகளை கூட்டத்துடன் ஒன்றிசைந்து வாழ உதவுகின்றன.

ஒரு குழுவின் சமூக அமைப்பகம் (Social organization) அக்குழுவில் உள்ள உறுப்பினர்களின் எண்ணிக்கை, அவற்றின் வயது, பாலினம், பாலின விகிதம் (Sex ratio) மற்றும் வளர்ச்சி அடைந்த ஆண்களின் எண்ணிக்கை போன்றவற்றைச்சார்ந்து அமைகிறது. மேலும் இவை மிகுதி (Abundance), எளிதில் கிடைத்தல் (Availability), உணவின் பரவல் (Dispersion of food) வேட்டையாடல் அழுத்தம் (Predation pressure), வாழிடத்தின் வகை போன்ற முக்கிய காரணிகளையும் சார்ந்துள்ளன. சேர்ந்து வாழ்தலில் கூட்டுச்சேர்க்கை, இயைபுவாழ்க்கை மற்றும் சமூக வாழ்க்கை ஆகியவை அடங்கும். கூட்டமாக வாழும் அனைத்து விலங்குகளும் சமூக விலங்குகள் அல்ல. உண்மையான சமூகங்களுக்கும் (Society) வெறும் கூட்டுச்சேர்க்கை (aggregation) அல்லது இயைபு வாழ்க்கைக்கும் (association) இடையே தெளிவான வேறுபாடுகள் உள்ளன. ஆல்வெர்டிஸ் 1927 (Alverdes) இயைபு வாழ்க்கையை "வெளிப்புறக் காரணிகள் ஏற்படுத்தும் சந்தர்ப்பக் கூட்டுச்சேர்க்கை" வரையறுத்துள்ளார். எ.கா 1. ஒரு ஒளிஆதாரத்தைச் சுற்றி குவியும் பூச்சிகள். ஓர் இனத்தை சேர்ந்த உயிரிகள் ஒன்றுக்கொன்று எந்த ஈர்ப்பும் இல்லாது ஏதாவது ஒரு பொதுக் காரணத்திற்காக ஒன்று சேர்தலும் இயைபு வாழ்க்கையில் அடங்கும் எ.கா 2. ஈரத்தன்மையைத் தேடிப் பாறைக்கடியில் சேரும் மண்புழுக்கள் அல்லது ஒரு விளையாட்டுப் போட்டியைக்காண அரங்கத்தில் திரளும் மனிதர்கள். அதாவது ஒரு சூழ்நிலைத்தூண்டலுக்கு ஒரேவிதமாகச் செயல்படும் விலங்குகளின் தற்காலிகக் கூட்டுச் சேர்க்கை இயைபு எனப்படும். ஆனால் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த பல விலங்குகள் கூட்டாகச் சேர்ந்து ஒற்றுமையாக நிலைத்து வாழ்தல் சமூகம் எனப்படும்.

ஒரு சமூகத்தில் கலவி இணைகள் மட்டுமின்றி, இருபாலினத்திலும் முதிர்ச்சியடைந்தோர், நடுத்தர வயதுடையோர், இளையவர், குழந்தைகள் ஆகியோர் காணப்படுவர். இவர்கள் தமக்குள் தொடர்பு கொள்ளக் கூடியவர்களாகவும், ஒருவருக்கொருவர் நிலையான சமூகத்தொடர்புறவு (Social relationship) கொண்டவர்களாகவும் இருப்பர்.

பால்சார் நடத்தையும், (Sexual behaviour) ஆட்சி எல்லைப் (Territoriality) சமூகத்தின் முக்கியப் பண்புகளாகும். பறவைக் கூட்டங்கள், மீன் கூட்டங்கள், வெட்டுக்கிளிகள் திரளுதல் ஆகியன சிறிய அடிப்படைச் சமூகத்திற்கான எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

பூச்சிகளின் சமூக நடத்தையியல்:-

பூச்சிகளில் சமூக அமைப்பியல் நன்றாக வளர்ச்சி பெற்றுள்ளது. கீழ்க்கண்ட பண்புகள் பூச்சிகளின் சமூகவியலில் காணப்படுகின்றன.

1. **ஒத்துழைப்பு (அ) கூட்டுறவு (Cooperation):-** ஒரே இனத்தைச்சேர்ந்த உறுப்பினர்கள் நல்ல ஒத்துழைப்பைத் தந்து கூடி வாழ்கின்றன.

2. **வேலைப்பகுப்பு (Division of labour) :-** கூடிவாழும் பூச்சியினங்களில் வேலையைப் பகிர்ந்து வாழ்தல் குறிப்பிடத் தக்க அம்சமாகும். ஒரு இனத்தைச் சேர்ந்த பூச்சிகளில் சில இனப்பெருக்கம் மட்டும் செய்கின்றன. சில மற்ற வேலைகளைச் செய்கின்றன.

3. **தலைமுறை மேற்கவிதல் (Overlapping of generations):-** பூச்சிகளின் கூட்டு வாழ்க்கையில் எப்போதும் குறைந்த பட்சம் இரண்டு தலைமுறைகள் மேற்கவிந்து காணப்படுகின்றன. அதாவது பூச்சிகளின் குடும்பங்கள் தலைமுறையாகச் சேர்ந்து வாழ்கின்றன. பெற்றோர்கள் தமது இள உயிரிகளைப் பேணிப்பாதுகாக்கின்றன. ஒரு குழுவில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தலைமுறைகள் ஆண்டு முழுவதும் சேர்ந்து வாழ்கின்றன. சில பூச்சிகள் தம் வாழ்நாள் முழுவதுமே சேர்ந்து வாழ்கின்றன.

பூச்சிகளின் சமூகம் (Insect society):-

சமூகப்பூச்சிகள் சில சிறப்புப் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஒரு சமூகத்தில் ஆயிரக்கணக்கான உறுப்பினர்கள் இருந்தாலும் அவை அனைத்தும் ஒரு குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவையே பூச்சிகளின் சமூகம் கீழ்க்கண்ட காரணங்களால் மெய்சமூக அமைப்பு (Eusocials) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

1. பூச்சிகள் நிரந்தரமாகச் சேர்ந்து வாழ்கின்றன.

2. உடன் வசிப்பவைகளிடையே இணக்கமான ஒற்றுமை நிலவுகிறது.

3. ராணி என்னும் ஒரே ஒரு பெண்பூச்சியால் உற்பத்தி செய்யப்படும் சந்ததியினரைக்கொண்டுள்ளது.

4. சந்ததியினரைவிட ராணி நீண்ட காலம் உயிர்வாழ்கிறது.

5. தான் உயிர் வாழ வேண்டுமெனில் காலனி நிலைத்திருக்க வேண்டும் என்பதால் உறுப்பினர்களிடையே ஒற்றுமை நிலவுகிறது.

எ.கா். 1. வரிசை ஐசோப்டீரா (Order Isoptera) :– கரையான்கள்

2. வரிசை ஹைமனாப்டீரா (Order Hymenoptera):- எறும்புகள், தேனீக்கள், குளவிகள்.

பூச்சிகளில் சமுதாய வாழ்க்கையின் தோற்றமும் பரிணாமமும்:-

மெய்சமூகநடத்தை கீழ்க்கண்ட நிலைகளில் பரிணாமம் அடைந்தது.

1. தொடக்கத்தில், ஒரு பொதுவான சமுதாயக் கூடு உருவாக்கப்பட்டு அதில் ஒரே தலைமுறையைச்சேர்ந்த பெண் பூச்சிகள் தங்களுக்குள் முட்டைகளைப் பேணுதல் போன்ற முக்கியமான பணிகளைப் பகிர்ந்து ஒற்றுமையாக வாழ்ந்தன இது போன்மை–சமூக நிலை (Quasi – Social stage) எனப்பட்டது.

2. இரண்டாம் நிலையில் வேலைப்பளு பகிர்ந்து கொள்ளப்பட்டது. பெரும்பான்மையான பூச்சிகள் இனப்பெருக்கம் தவிர பிற வேலைகளைப் பகிர்ந்து கொண்ட நிலையில் சில பூச்சிகள் இனப்பெருக்கத்தை மட்டும் மேற்கொண்டன. இது அரை – சமூக நிலை (Semi – Social stage) என்றழைக்கப்பட்டது.

3. கடைசியாக ராணியின் வாழ்நாள் அதிகரித்து சந்ததியினரைவிட அதிக நாள் வாழத் தொடங்கியதால் தலைமுறை மேற்கவிதல் (overlapping of generation) ஏற்பட்டது. இது மெய் சமூகநிலை (Eusocial stage) என்றழைக்கப்படுகிறது. இந்த நிலையில் இருந்து பொதுநலப் பண்பு நடத்தை **(Altruistic behaviour)** தோன்றியது.

சமுதாய அமைப்பு தோன்றியதற்கு இயற்கைத் தெரிவு (Natural Salection) எவ்வாறு உதவியது என்பதை விளக்க கீழ்க்கண்ட இரு கருத்துக்கள் முன்வைக்கப்படுகின்றன.

(a) குழுத் தேர்வுக்கருத்து (Group selection concept) :-

இக்கருத்து, இயற்கைத் தெரிவானது தேர்ந்தெடுத்தலை குழு அளவில் நடத்துகிறது என்னும் கருத்தினை அடிப்படையாகக்கொண்டது. இக்கருத்தின்படி ஒரு சமூகத் தனித்தன்மை (Social trait) க்காக ஒரு முழு காலனி அல்லது குடும்பம் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது. எனினும் ஒரு குழுவானது உறுப்பினர்களால் உருவாக்கப்படுவதாலும், இதுவரை தேர்ந்தெடுத்தல் குழு அளவிலேயே நடத்தப்படுகிறது என்பதாலும் உறுப்பினர் அளவில் ஒரு அல்லீல் (Allele) உருவாக்கப்படுதல் கட்டாயமாகிறது. ஆனால் இவ்வுண்மை குழுத்தேர்வு முறையை பொருளற்றதாக்கிவிட்டது.

சுற்றத்தார் – தேர்வு கருத்து (Kin – Selection concept): -

இக்கருத்து W.D ஹாமில்டன் (1964) (W.D. Hamilton) என்பவரால் விளக்கப்பட்டது. இக்கருத்தின்படி ஒரு விலங்கு பொதுநலத்திற்காக செய்யும் தியாகமானது அந்த உயிர்த்தொகையில் (populations) உள்ள நெருங்கிய உறவினரான மற்றொரு உயிரியின் உடற் தகுதியால் ஈடு செய்யப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஹைமனோப்டிரன் குளவிகளில் ஒரு பெண் குளவி தன் இனப்பெருக்கத்தை தியாகம் செய்வது அக்குளவியின் சகோதரி அல்லது தாயின் இனப்பெருக்கத்திறனை உயர்த்துவதாக அமைகிறது.

மெய்சமூக நடத்தைப்பூச்சிகள்:-

தேனீக்களின் சமுதாய அமைப்பு:-

நூற்றுக்கணக்கான தேனீக்கள் ஒன்றாக சேர்ந்து வாழ்கின்றன. ஒவ்வொரு கூட்டிலும் ஒரு ராணித் தேனீ உள்ளது. இது மற்ற வேலைக்காரத் தேனீக்களைவிட அளவில் பெரியதாக காணப்படுகிறது. ராணி இடும் முட்டைகளில் இருந்து வேலைக்காரத் தேனீக்கள் (Workers), ஆண் தேனீக்கள் (Drones), மற்றும் ராணித் தேனீக்கள் (Queens) ஆகியவை வளரும். மரபியல்படி ராணித்தேனீக்களும் வேலைக்காரத் தேனீக்களும் இரட்டைத்தொகுதி குரோமோசோம்களைக் (Diploid) கொண்ட பெண் தேனீக்கள் ஆகும். ஆண் தேனீக்கள் ஒற்றைத் தொகுதிக் குரோமோசோம்களைக் (Haploid) கொண்டவை.

இவை கருவுறா முட்டையிலிருந்து உருவானவை ஆகும். ராணித் தேனீக்கள் வெள்ளை நிற நுரைபோன்ற 'ராயல் ஜெல்லி' (Royal jelly) என்னும் சிறப்பு உணவை ஊட்டி வளர்க்கப்படுகின்றன. மேலும் வேலைக்காரத்தேனீக்கள் பாலினப்பெருக்கம் செய்யக்கூடிய பெண்தேனீக்களாக வளரக்கூடியவை என்றாலும் ராணித்தேனீயின் உடலில் இருந்து வெளிப்படுகின்ற ஃபெரமோன்களின் மூலம் வேலைக்காரத்தேனீக்களின் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் வளர்ச்சி அடையாமல் நிறுத்திவைக்கப்படுகிறது.

ராணித்தேனீக்கு வயதாகி வலுகுறைந்ததும் அவை சுரக்கின்ற ஃபெரோமோன்களின் கட்டுப்படுத்தும் திறனும் குறைகிறது. இதனால் புது ராணித்தேனீயை வேலைக்காரத்தேனீக்கள் வளர்க்கத் தொடங்குகின்றன. பழைய ராணிதேனீ சில வேலைக்காரதேனீக்களுடன் கூட்டைவிட்டு வெளியேறி தனக்கெனப்புதிய காலனியை உருவாக்குகிறது. புதிய ராணித் தேனீ வளரத் தொடங்கியதும் பிற ராணித்தேனீக்களை கொன்றுவிட்டு இனப்பெருக்கம் செய்ய பறந்துசெல்கின்றது. இதற்குள் ஆண்தேனீக்கள் கூட்டைவிட்டு வெளியேறி ஏற்கனவே தமக்குப் பழக்கமான இடங்களில் ஒரு பறக்கும் மேகக்கூட்டம் போல கூடுகின்றன. அருகிலுள்ள கூடுகளில் உள்ள ஆண்தேனீக்களும் கூட்டத்தில் சேர்ந்து கொள்கின்றன. இது கலவிப்பறப்பு (Nuptial flight) எனப்படுகிறது. புதிய ராணித்தேனீ இதைப்போன்ற ஆண்தேனீக் கூட்டங்களை நெருங்கும்போது ஆண்தேனீக்கள் ராணித்தேனீயை அணுகி வரிசையாகக் கலவியில் ஈடுபடுகின்றன. பின்னர் புதிய ராணித்தேனீ தன் கூட்டுக்குத் திரும்பி, முட்டைகளை இடுகின்றது.

வேலைக்காரத் தேனீக்கள் 6 வாரங்கள் வரை உயிர்வாழ்கின்றன. முதல் 3 நாட்கள் கூட்டின் அறைகளைச் சுத்தப்படுத்துகின்றன. பின்னர் கூட்டின் சேமிப்பு அறைகளில் இருந்து மகரந்தம் மற்றும் தேன் முதலியவற்றை முதிர்ந்த லார்வாக்களுக்கு ஊட்டுகின்றன. இக்காலக்கட்டத்தில் இத்தேனீக்களின் தலையில் உள்ள தொண்டைச் சுரப்பிகள் (அ) செவிலிச்சுரப்பிகள் (Nurse glands) வளரத் தொடங்குகின்றன. வேலைக்காரத் தேனீக்கள் ராயல் ஜெல்லியை 6வது நாள் முதல் 14வது நாள் வரை இளம் லார்வாக்களுக்கும் மற்றும் கூட்டில் வேறு ஏதாவது ராணித்தேனீக்கள் இருந்தால் அவற்றிற்கும் ஊட்டுகின்றன. அனைத்து இள உயிரிகளுக்கும் சில நாட்கள் வரை மட்டுமே ராயல் ஜெல்லி ஊட்டப்படுகிறது. ராணித் தேனீக்களுக்கு மட்டும் பெரிய அறைகளில் வைத்து இளவுயிரிப்பருவம் (Larval stage) வரையில் ஊட்டப்படுகிறது. வேலைக்காரத்தேனீக்களின் வயிற்றில் உள்ள மெழுகுச் சுரப்பிகள் (Wax glands) 10 வது நாள் முதல் செயல்படத்

தொடங்குகின்றன. அதே நேரம் செவிலிச்சுரப்பிகள் சுருங்கத் தொடங்குகின்றன. படிப்படியாக உணவு ஊட்டுதலைவிடுத்து கூடுகட்டும் வேலையில் வேலைக்காரத் தேனீக்கள் ஈடுபட ஆரம்பிக்கின்றன. 18ம் நாள் முதல் கூட்டைவிட்டு எப்போதாவது வெளியே சென்று வருகின்றன. இந்நாட்களில் வேலைக்காரத் தேனீக்கள் கூட்டின் உள்ளே நுழையும் பிறதேனீக்களைக் கண்காணித்து கூட்டைப் பாதுகாக்கின்றன. 21ம் நாள் முதல் தேன், மகரந்தம் மற்றும் நீர் போன்றவற்றைச் சேகரிக்கும் வேலையைச் செய்து தம் வாழ்நாளை (2–3 வாரங்கள்) கழிக்கின்றன.

ஒரு தேன்கூடு என்பது வியப்பிற்குரிய ஒரு சமூக அமைப்பாகும். மனித உடலில் வெப்பநிலை, நீர் சமநிலை, உணவூட்ட அளவு போன்றவை எவ்வாறு பராமரிக்கப்படுகிறதோ அதைப்போல தேன்கூட்டின் சமநிலையையும் பராமரிக்கப்படுகிறது. தேன் கூட்டின் வெப்பம் உயரும் போது வேலைக்காரத் தேனீக்கள் காற்றை வீசி வெப்பத்தைதக தணிக்கின்றன. இளஉயிரிகளைப் பராமரிக்கும் செவிலித் தேனீக்கள் கூட்டில் நீர்ப்பற்றாக்குறை ஏற்படும் போது அருகிலுள்ள வேலைக்காரத் தேனீக்கு நீரின் தேவையை உணர்த்துகின்றன. இரண்டாம் தேனீ தம்மிடம் உள்ள நீரைத்தந்தபின் அடுத்த தேனீயை நோக்கித் திரும்புகிறது. இவ்வாறு நீர்ப்பற்றாக்குறைச் செய்தியானது ஒவ்வொரு தேனீக்கும் அனுப்பப்படுகிறது. கடைசியில் ஒரு தேனீ கூட்டை விட்டு வெளியே சென்று நீருடன் திரும்புகிறது. ஒரு ஓட்டுண்ணியோ அல்லது வேட்டையாடும் எதிரியோ கூட்டில் நுழைந்து விட்டால் வேலைக்காரத் தேனீக்கள் பாய்ந்து சென்று எதிரியைத் தாக்கிக் கூட்டைப்பாதுகாக்கின்றன.

கரையான்களின் சமூக வாழ்க்கை :-

பல்லுருத்தோற்றமுடைய சமூகப் பூச்சிகளான கரையான்கள் நன்றாக ஒழுங்கமைந்த பெரிய சமூகங்களாக வாழ்கின்றன இவற்றில் சாதி அமைப்பு வலுவாக அமைந்திருப்பதால் கரையான்கள் மற்ற சமூகப் பூச்சிகளில் இருந்து வேறுபடுகின்றன. கரையான்களில் மூன்று இனப்பெருக்க இனங்களும் இரண்டு மலட்டு இனங்களும் உள்ளன.

இனப்பெருக்கக் கரையான்கள்

(அ) மாக்ரோப்டீரஸ் (Macropterous) வகை - நீளிறகுடையவை:-

சாதாரண இறகுடைய ஆண் மற்றும் பெண் பூச்சிகளான இவை மெய் அரசன் மற்றும் அரசி என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவை கருப்பு நிறமிகளைக்

கொண்டுள்ளன. ராணியும் அரசனும் கூட்டைவிட்டு வெளியேறி கலவியில் ஈடுபட்டு புதிய காலனியை உருவாக்குகின்றன.

(ஆ) பிராக்கிப்டீரஸ் (Brachypterous) அல்லது குட்டை இறகுடையவை:-

குட்டை இறகுடைய இவை துணை அரசன் மற்றும் அரசி என்றழைக்கப்படுகின்றன. முதன்மை அரசனோ அல்லது அரசியோ இறந்துவிட்டால் அவற்றின் இடத்தை இவை எடுத்துக் கொள்கின்றன.

(இ) ஏப்டீரஸ் (Apterous) (அ) இறகற்றவை:-

வேலைக்கார கரையான்களான இவை தேனொழுக்கு அரசன் மற்றும் அரசி (Ergatoid kings and queens) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

மலட்டு கரையான்கள் :-

1. வேலைக்காரக் கரையான்கள்:-

இவை சிறிய அளவுடைய இறகற்ற கரையான்கள் ஆகும். இவை இனப்பெருக்கம் மற்றும் பாதுகாப்பு ஆகிய வேலைகளைத் தவிர பிற வேலைகள் அனைத்தையும் செய்கின்றன. முட்டைகளையும் இளஉயிரிகளையும் பாதுகாக்கின்றன. உணவைத் தேடிச்சேகரித்துக்கொண்டு வந்து ஊட்டுகின்றன, ராணிக்கரையான்களைப்பராமரிக்கின்றன. சில இனங்களைச் சேர்ந்த கரையான்கள் சிறப்பு அறைகளில் பூஞ்சைகளை வளர்க்கின்றன [(எ.கா) பூஞ்சைத் தோட்டங்கள் (fungus garden)], சில இனங்கள் கரையான்புற்றுகளைக் கட்டுகின்றன.

காவல் கரையான்கள் (Soldiers):-

இவை வேலைக்காரக் கரையான்களை ஒத்திருந்தாலும் அளவில் பெரியதாகவும் உறுதியான வாயுறுப்புகளைக் கொண்டதாகவும் உள்ளன. பெரிய கீழ்த்தாடையைக்கொண்ட போர்வீரர்கள் (mandibulate soldiers) பெரிய உடலையும் உறுதியான தலையையும் பெரிய கீழ்த்தாடைத் தகடுகளையும் பெற்றுள்ளதால் எதிரிகளை உள்ளே நுழையவிடாமல் பாதுகாக்கின்றன. சில கரையான்கள் தம் தலையில் உள்ள ராஸ்ட்ரம் (Rostrum) எனப்படும் கூம்பின் மூலம் ஒருவித திரவத்தை எதிரிகளின் மீது செலுத்தி அவற்றை விரட்டிக் கூட்டைப் பாதுகாக்கின்றன.

புதிய கரையான் காலனிகள் உருவாதல் :-

புதிய காலனிகள் சாதாரண நீளிறகுடைய கரையான்களான மாக்ரோப்டீராஸ் கரையான்களால் உருவாக்கப்படுகிறது. இவை மழைக்காலங்களில் தமது கூட்டை விட்டுப் பெரும் எண்ணிக்கையில் வெளியே வந்து பறந்தபடி மொய்க்கின்றன. இது மொய்த்திரள் (Swarming) என்றழைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு சிறிது நேரம் மொய்த்தபிறகு தரையிரங்கித் தம் இறகுகளை உதிர்க்கின்றன. ஒவ்வொரு காலனியும் ஒரு அரச இணை (Royal pair) யால் உருவாக்கப்படுகிறது. கலவிக்குப்பிறகு ஒவ்வொரு அரச இணையும் கலவியறை (Nuptial chamber) என்னும் சிறிய குழியைத் தோண்டுகிறது. அதில் அரசி ஆண்டுக்கு ஒரு மில்லியன் முட்டைகளை இடுகின்றது. முட்டைகளில் இருந்து வெளிவரும் முழுஇளரி அல்லது இளம்பூச்சிகள் (nymph) பல இனப்பிரிவுகளாக வளர்கின்றன. முழுஇளரிகள் வேலைக்காரக் கரையான்களாகவும், காவல்கரையான்களாகவும் வளர்கின்றன. தேவைப்படின் அரச இணைகளும் உருவாக்கப்படுகின்றன. கரையான்களில் பல்வேறு இனப்பிரிவுகள் உருவாதல் பற்றிப்பல கருத்துக்கள் உள்ளன. அரச இணைக்கு செழிப்பான உணவு வழங்கப்படுதல், ஃபெரமோன்களின் செயல்பாடு மற்றும் குழு விளைவு (group effect) போன்றவை அவற்றில் சில. கொழுத்த உணவு, மந்தமான இயக்கம் போன்றவற்றால் அரசியின் உடல் மிகப்பெரியதாகக் காணப்படும். கால்கள் சிறியதாகவும் வயிறு பெருத்து முட்டைகள் நிரம்பியும் காணப்படும். அரசிக்கரையானின் முட்டையிடும் திறன் குறையும் போது அதன் உணவூட்டம் நிறுத்தப்படுகிறது இதனால் பட்டினியால் இறந்துவிடும் அரசிக்கரையானின் உடலை காலனியில் உள்ள பிற இனப்பிரிவுகளைச் சேர்ந்த கரையான்கள் தின்றுவிடுகின்றன.

எறும்புகளின் சமுதாய வாழ்க்கை:-

எறும்புகள் மிகவும் வளர்ச்சி அடைந்துள்ள பூச்சியினங்கள் ஆகும். இவற்றில் பல்லுருத்தோற்ற அமைப்பு காணப்படுகிறது. எறும்புகளின் காலனியில் கீழ்க்கண்ட சமூக வகைகள் உள்ளன.

1. ராணி எறும்பு (Queen or gynes) அல்லது எறும்பரசி:-

தேனீக்களைப்போல் அல்லாமல் ஒரு எறும்புக்காலனியில் பல ராணி எறும்புகள் உள்ளன. அவை நன்கு வளர்ச்சியடைந்த இனப்பெருக்க உறுப்புகளைக் கொண்ட வளமான பெண் எறும்புகள் ஆகும். பிற உறுப்பினர்களை விடப் பெரிய அளவினதாக உள்ள ராணியின் வயிறும் பெரியதாகக் காணப்படும். ராணி

எறும்புகள் ஈருருத் தோற்றம் (Dimorphic) கொண்டவை. (அ) பெரிய வகைகள் பேரெறும்பரசிகள் (Macrogynes) என்றும் (ஆ) சிறிய வகைகள் சிற்றெறும்பரசிகள் (Microgynes) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

2. ஆண் எறும்புகள் (aners or males) :-

இவை சிறிய, மெல்லிய உருவமுடையதாகவும் இனப்பெருக்கத்திறன் உடையதாகவும் காணப்படும். இவற்றில் இறகுகள், சிறிய தலை, பெரிய உணர்கொம்புகள், உணர்ச்சி உறுப்புகள், இனப்பெருக்க உறுப்புகள் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. ஆண் எறும்புகளிலும் பெரிய வகை மற்றும் சிறிய வகை என ஈருருத் தோற்றம் (dimorphic) காணப்படுகின்றது.

3. உழைக்கும் எறும்புகள் (அ) உழைப்பெறும்புகள் (Workers or Ergates):-

உழைக்கும் எறும்புகள் பொதுவாக மலட்டு எறும்புகள் ஆகும். இவை மிகச் சிறியதாகவும், இறகுகள் அற்றும் காணப்படும். இவையும் ஈருருத்தோற்ற அமைப்புடையவை. பெரியவை தொழிலாண்மைப் பேரெறும்புகள் (Macrergates) என்றும் சிறியவை தொழிலாண்மைச் சிற்றெறும்புகள் (Micrergates) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. காலனிக்குத் தேவையான உணவைச் சேகரிப்பதும், முட்டைகளைப் பாதுகாத்து இளஉயிரிகளை வளர்த்தலும் உழைக்கும் எறும்புகளின் முக்கிய வேலைகளாகும். உணவைப் பகிர்ந்து கொள்ளுதல் மூலம் எறும்புகள் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பு கொள்கின்றன.

(4) காவல் எறும்புகள் (Dinergates or Soldiers): -

இவை மாறுபாடுஅடைந்த உழைக்கும் எறும்புகள் ஆகும். இறகுகள் அற்ற இந்த எறும்புகள் பெரிய தலையும் உறுதியான அரைவைத் தாடையும் கொண்டவையாகும். எதிரிகளிடம் இருந்து கூட்டைப் பாதுகாப்பது இவற்றின் முக்கிய பணியாகும்.

எறும்பு காலனி உருவாதல்:-

முதிர்ந்த ஆண் மற்றும் பெண் எறும்புகள் பெரும் எண்ணிக்கையில் வானில் மொய்க்கின்றன. வானில் கலவிப்பறப்பு நடந்தபின் ஆண் எறும்புகள் இறந்து விடுகின்றன. பெண் எறும்புகள் தமது பழைய கூடுகளுக்குத் திரும்பி இனப்பெருக்கத்தை தொடர்கின்றன அல்லது தரையில் சிறு பள்ளம் தோண்டி அதனுள் முட்டைகள் இட்டுப் புதுக்காலனியை ஏற்படுத்துகின்றன. முட்டைகளில்

இருந்து வெளிவரும் முதல் குழு (Batch) இறகுகளற்ற உழைப்பாளி எறும்புகளாக வளர்கின்றன. இவை பின்னர் காலனியின் பொறுப்பை ஏற்றுக்கொண்டு உணவூட்டுதல், ராணியைப் பராமரித்தல், போன்ற வேலைகளை செய்கின்றன. இறகுகள் உடைய ஆண், பெண் எறும்புகள் பின்னர் தோன்றுகின்றன.

எறும்புகளின் பால் நிர்ணயம்:-

1. மரபியல் கொள்கை (Genetic theory) :-

அரசி எறும்பு இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வகையான முட்டைகளை இடுகின்றன. கருவுறாமுட்டைகளில் இருந்து உழைக்கும் எறும்புகளும் காவல் எறும்புகளும் (கன்னிஇனப்பெருக்கம்) உருவாகின்றன. கருவுற்ற முட்டைகளில் இருந்து இறகுகள் உடைய ஆண் எறும்புகளும் பெண் எறும்புகளும் உருவாக்கப்படுகின்றன.

2. உணவூட்டக் கொள்கை (Trophic theory):-

இக்கொள்கையின்படி ஆரம்பத்தில் ஒரே மாதிரியான அமைப்பில் காணப்படும் லார்வாக்கள் அவற்றிற்கு ஊட்டப்படும் உணவின் வகை, அளவு ஆகியவற்றிற்கேற்பப் பால் நிர்ணயம் செய்யப்படுகிறது.

அத்தியாயம் – 12

போலிமையும் நிறத்தோற்றமும் (Mimicry and colouration)

1. போலிமை (Mimicry)

ஆங்கிலத்தில் மிமிக்ரி (mimicry) என்றழைக்கப்படும் போலிமை மிமிக்கஸ் (mimicus) என்னும் லத்தீன் மற்றும் மிமிக்காஸ் (mimikos) என்னும் கிரேக்கச் சொற்களிலிருந்து உருவானதாகும். இதன் பொருள் உருப்போலி (Simulate) அல்லது போலச் செய்தல் (imitate) என்பதாகும். R.S. லல் (R.S. Lull) என்பவரின் வரையறையின்படி "விலங்குகள் தம் பாதுகாப்புத் தகவமைப்புகள் மூலம் பிற உயிரிகளையோ அல்லது உயிரற்ற பொருட்களையோ ஒத்த வடிவம், நிறம், சாயல் மற்றும் செயல்பாடுகள் போன்றவற்றைப் பெற்று, அதன் மூலம் எதிரிகளின் பார்வையிலிருந்து தப்பித்தல் அல்லது எதிரிகளை எச்சரிக்கும் விதமாக பொய்த்தோற்றங்களைக்காட்டுதல் போலிமை" எனப்படும். ஹென்ரி.W.பேட்ஸ் (1862) என்பவரின் கூற்றுப்படி "ஒரு உயிரியானது மற்றொரு விலங்கையோ அல்லது அவ்வுயிரியின் வாழிடத்தில் உள்ள மற்றொரு பொருளையோ மேலோட்டமாக அல்லது மிக நெருக்கமாக ஒத்துக்காணப்படுவதும் அதன் மூலம் தன்னை மறைத்துக்கொள்ளுதலும் அல்லது பாதுகாத்துக்கொள்ளுதலும் அல்லது வேறு பயன்களை அடைதலும் போலிமை" எனப்படும். போலிமையை மேற்கொள்ளும் உயிரி பாவனையாளர் (mimic or mimetic) என்றும் போலிமைக்காகப் பின்பற்றப்படும் உயிரி அல்லது பொருள் முன்மாதிரி அல்லது போன்மம் (model) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

போலிமையின் வகைகள்:-

போலிமை மூன்று வகைகளாகப் பரிக்கப்பட்டுள்ளது.

1. பாதுகாப்புப் போலிமை (Protective mimicry)
2. தாக்கும் போலிமை (Aggressive mimicry)
3. உணர்வு நிலைப் போலிமை (Conscious mimicry)

I. பாதுகாப்புப் போலிமை.

இது உயிரிகள் தம் எதிரிகளிடமிருந்து தம்மைப் பாதுகாத்துக் கொள்ள மேற்கொள்ளும் உத்தியாகும். இது உயிரிகள் தம்மை மறைத்துக் கொள்ளுதல் மூலமாகவோ (concealment) அல்லது பிற உயிரிகளை எச்சரிக்கை செய்தல் மூலமாகவோ (Warning) செயல் படுத்தப்படுகிறது.

அ. மறைத்தல் போலிமை (Concealing Mimicry).

இதில் விலங்குகள் தன் பின்புலத்திற்கு ஏற்றவாறு தம் நிறத்தை மாற்றிக் கொள்கின்றன. அல்லது வேறு சில உயிரிகளின் அல்லது பொருட்களின் வடிவத்தை மேற்கொள்கின்றன. இவ்வகை போலிமை ஏமாற்றுத்தோற்றப்போலிமை என்று அழைக்கப்படுகின்றது.

1. ஏமாற்றுத் தோற்றப் போலிமை (Deceptive Appearance).

இவ்வகைத் தகவமைப்புகள் குளிர்பிரதேசங்கள் மற்றும் வெப்பமண்டல விலங்குகளில் காணப்பட்டாலும் மழைக்காடுகளில் வாழும் விலங்குகளில் அதிகம் காணப்படுகின்றன. ஏமாற்றுத்தோற்றப் போலிமையை மேற்கொள்ளும் விலங்குகள் எதிரியின் கண்களுக்குப் புலப்பட்டாலும் கூட அவை கவனியாது விடப்படுகின்றன அல்லது முக்கியத்துவமில்லாத வேறு ஏதோ பொருள் என்று தவறாக எண்ணப்படுகின்றன. ஏமாற்றுத் தோற்றப் போலிமையில் உடல்நிறம், நிறப்பாங்கு, வடிவம், நடத்தை போன்றவை அடங்கும்.

ஏமாற்றுத் தோற்றப் போலிமையின் வகைகள்.

1. பின்புலத்தை ஒத்தமைதல் அல்லது கரவு நிறமுடைமை (Cryptic colouration).
2. சாதாரண பொருட்களை ஒத்தமைதல்.
3. தொடர்பில்லாத பிற இன உயிரிகளைப் போல் பாவனை செய்தல்.

1. கரவு நிறமுடைமை:-

இதில் விலங்கின் நிறமானது அதுவாழும் இடத்தின் பின்புலத்துடன் ஒத்திசைந்துவிடுவதால் எதிரிகளின் கண்களுக்கு எளிதில் புலப்படாமல் மறைந்து தப்பிக்கின்றன. வேட்டையாடும் விலங்குகள் எனில் அவை இரைக்காகக்

காத்திருக்கின்றன. எனவே கரவு நிறமுடைமையானது உயிரிகளுக்குப் பாதுகாப்பையும் வேட்டையாடும் உயிரிகளுக்குத் தாக்குதல் வாய்ப்பையும் அளிக்கின்றன.

(எ.கா) (1) மைசுமேனா வாட்டியா (Misumena *Vatia*) என்னும் வெள்ளைநிற நண்டுச்சிலந்தியானது தன்னுடைய குடலில் இருந்து சுரக்கும் ஒருவித மஞ்சள்நிறத் திரவத்தைத் தன் தோலின் மேல் பரவவிடுகிறது. பிறகு மீண்டும் அத்திரவத்தை உள்ளிழுத்து கொண்டு வெள்ளைநிறமாகிறது. தேவையான போது பெண் நண்டுச் சிலந்தியானது மஞ்சள் நிற அல்லது வெள்ளை நிறப்பூக்களில் அமர்ந்து தேனீக்களைப் பிடித்து உண்கின்றன. (2) சிலந்தி நண்டான நயாஸ் (Nyas) மற்றும் மஜா (Maja) போன்றவை பாசித்துண்டுகளைச் சேகரித்துத் தன் வாயிலிருந்து சுரக்கும் ஒட்டும் தன்மையுள்ள திரவத்தின் மூலம் தம் முதுகில் ஒட்டிக்கொள்கின்றன. இதனால் பச்சைநிறப் பின்புலத்துடன் இயைந்து மறைந்து கொள்கின்றன. நாம் இலைச்சருகுகள் நிறைந்த பாதையில் நடந்து செல்லும் போது பழுப்புநிற வெட்டுக்கிளிகள், அந்திப்பூச்சிகள், வண்ணத்துப்பூச்சிகள் வண்டுகள், தவளைகள், தேரைகள், ஓணான்கள் போன்றவற்றைக் காணலாம். இவற்றில் எதுவும் காய்ந்த இலைகளை எந்தவிதத்திலும் ஒத்திராவிட்டாலும் அவை அசையாமல் இருக்கும் போது காய்ந்த இலைகளுடன் இயைந்து காணப்படுவதால் எதிரிகளிடம் இருந்து தப்பித்துவிடுகின்றன.

2. சாதாரணப் பொருட்களை ஒத்திருத்தல்:-

இவ்வகையில் விலங்குகள் தம் சூழ்நிலையில் உள்ள பொருட்களை ஒத்துக் காணப்படுகின்றன. இவ்விதத்தகவமைப்பைப் பெற்றுள்ள விலங்குகள் தம்மை மறைத்துக்கொள்வதோ அல்லது எதிரிகளால் கவனியாமல் விடப்படுவதோ இல்லை. இவ்விலங்குகளின் எதிரிகள் இவற்றைக் கண்டாலும் கூட அவை உண்ணத்தகுதியற்ற பொருளாக எண்ணி விலகிச் செல்கின்றன.

எடுத்துக்காட்டு–1. டயஃபெரோமீரோ ஃபெமோரேட்டா (Diapheromera *femorata*) என்னும் குச்சிப்பூச்சிகள் காய்ந்த மரக்குச்சிகளை ஒத்திருக்கின்றன. இவை மரக்குச்சிகளில் தளர்வாகத் தொங்கிக் கொண்டு மரக்கிளைகள் காற்றில் அசைவதுதோல ஆடிக்கொண்டிருக்கும். இதைப்போல சொலினியா டெட்ராலுனேரியா (Solenia *tetralunaria*) என்னும் அந்திப்பூச்சியின் கம்பளிப்புழுக்கள் கிளமேட்டிஸ் (*clematis*) மற்றும் நீரிக்காய்மரம் போன்ற மரங்களின் கிளைகளை ஒத்திருக்கின்றன.

எடுத்துக்காட்டு–2. கல்லிமா பாராலெக்டா (Kallima *paralecta*) என்னும் இந்திய இலைப் பட்டாம்பூச்சியானது ஓய்வில் இருக்கும் போது தம் சிறகுகளை ஒன்றின்மேல் ஒன்று படிந்திருக்கும்படி மடித்துவைத்துக் கொள்கின்றன. அப்போது காய்ந்த இலையின் நிறத்தையும் சிவப்பு மற்றும் பழுப்புநிறப் புள்ளிகள் பனித்துளிகளை ஒத்தும் காணப்படுகின்றன. மேலும் சிறகுகளில் இலைகளை ஒத்த நடுநரம்புகள் மற்றும் பக்க நரம்புகள் காணப்படுகின்றன. ஃபில்லம் என்னும் இலைப்பூச்சிகளின் தட்டையான இறகுகள், விரிந்த உடல் மற்றும் கால்கள் போன்றவை பச்சைநிற இலைகளை ஒத்துக்காணப்படுகின்றன.

ஃபில்லோப்டெரிக்ஸ் ஈக்யுயஸ்

ஆஸ்திரேலியக் கடற்குதிரையான ஃபில்லோப்டெரிக்ஸ் ஈக்யுயஸ் (Phyllopteryx *eques*) கடல்தாவரங்களின் இலைகளை ஒத்துக்காணப்படுகின்றன. லியூக்கோராம்ஃபா ஒமேட்டஸ் (Leucorampha *ornatus*) என்னும் வல்லூறு விட்டில் பூச்சியின் பச்சைநிறக் கம்பளிப்புழு, எரிச்சலூட்டப்படும்போது பொய்த்தோற்ற நிலையை மேற்கொள்கின்றன. தன் தலை, மார்பு போன்ற உறுப்புகளை உப்பவைத்து பெரிய பளபளப்பான பொய்க்கண்களால் சிறு நச்சுப்பாம்பைப் போல பார்த்து முன்புறமும் பின்புறமும் அசைந்து பாம்பைப் போலச் சீறி பாவனை செய்கின்றன. ப்ளெஸ்ட் (Blest- 1957) என்பவர் சிறுபறவைகள்

கண் போன்ற பொய்த்தோற்றங்களைக் கண்டு அச்சப்படுவதாக குறிப்பிட்டுள்ளார். பல வண்ணத்துப் பூச்சிகளும் அந்திப்பூச்சிகளும் தங்கள் சிறகுகளில் கண் போன்ற வடிவங்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. சிறு பறவைகள் இப்பூச்சிகளை அணுகும்போது திடீரென்று சிறகுகளை விரித்துக் கண்புள்ளிகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. இதனால் சிறு பறவைகள் அச்சமடைந்து அகன்றுவிடுகின்றன.

போலிமையின் வகைகள்:-

1. பேட்ஸியன் போலிமை (Batesian mimicry):-

இதில், சில விலங்குகள் சுவையற்ற அல்லது நச்சுத்தன்மையற்ற விலங்குகளைப் போல பாவனை செய்து தம்மை எதிரிகளிடமிருந்து பாதுகாத்துக் கொள்ளுதல் பேட்சியன் போலிமை என்று அழைக்கப்படுகிறது. பிரிட்டிஷ் இயற்கை அறிவியலாளரான H.W. பேட்ஸ் 1862 (Bates 1862) என்பவரின் பெயரால் இப்பெயர் இடப்பட்டது. (எ.கா) தேரைகளின் விருப்ப உணவு திருடன் ஈக்கள் (Robber flies) ஆகும். இந்த ஈக்கள் கொட்டும் குளவிகளைப் போலத் தோற்றத்தையும் ரீங்காரத்தையும் பெற்றிருக்கின்றன. ஏற்கனவே குளவிகளால் கொட்டப்பட்ட தேரைகள் இந்த ஈக்களைத் தவிர்க்கின்றன. இதைப்போல பல பறவைகள் விரும்பி உண்ணும் வைஸ்ராய் வண்ணத்துப் பூச்சிகளான பேசிலார்க்கஸ் ஆர்க்கிப்பஸ் ஆனது (Basilarchus *archippus*) பறவைகள் விரும்பி உண்ணாத அரச வண்ணத்துப் பூச்சியான அனோசியா பிளக்ஸிப்பஸ் (Anosia plexippus) ஐ போல் நிறப்பாங்கில் ஒத்துக் காணப்படுகின்றது.

போலிமையை மேற்கொள்ளும் வண்ணத்துப் பூச்சிகளில் பெண் பூச்சிகள் மட்டும் போலிமையை மேற்கொள்கின்றன. ஆண் பூச்சிகள் போலிமையை மேற்கொள்ளாததன் காரணம் தெளிவாக இதுவரை கண்டறியப்படவில்லை. பாப்பிலியோ மெம்மன் (Papilio *memmon*) என்னும் பெண் வண்ணத்துப்பூச்சியானது பல்வேறு புறத்தோற்ற அமைப்புக்களில் காணப்படுகின்றன. இவை உண்ணத்தகுதியில்லாத ஏட்ரோஃபேனுரா (Atrophanura) என்னும் வண்ணத்துப் பூச்சியை ஒத்துக்காணப்படுகின்றன.

கேட்பொலி பேட்சியன் போலிமை (Acoustical Batesian mimicry):-

கோஃபர் என்னும் குழிப்பாம்புகள் கிலுகிலுப்பைப் பாம்புகளைப்போல் ஒலிஎழுப்பி எதிரிகளைப் அச்சுறுத்துகின்றன. இதைப்போலத் தரையிலுள்ள வளையில் வாழும் ஆந்தைகள் வளையில் இருக்கும்போது பாம்புகள் சீறுவதுபோல

ஒலி எழுப்புகின்றன. மேலும் அவை வளையில் இருக்கும் போது இவ்வொலியானது கிலுகிலுப்பைப் பாம்பின் கிலுகிலுப்பை ஒலியை ஒத்திருக்கிறது. (ரோவே, கோஸ், ஒலிங்ஸ் 1986).

2. முல்லேரியன் போலிமை:-

இதில் பிறவிலங்குகளால் உண்ண இயலாத சுவையுடைய பல்வேறு வண்ணத்துப்பூச்சிகள் தோற்றத்தில் ஒத்துக்காணப்படுகின்றன. முதன் முதலாக ஜெர்மானிய இயற்கை அறிவியலாளரான ப்ரிட்ஸ் முல்லர் (Fritz Muller 1879) என்பவரால் விளக்கப்பட்டதால் இது முல்லேரியன் மிமிக்ரி (Mullerian mimicry) என்று அழைக்கப்படுகிறது. உண்ண இயலாத வண்ணத்துப்பூச்சி இனங்களில் ஏதாவது ஒன்றை எதிரி சுவைத்திருந்தாலும் அனைத்து இனங்களையும் அவை உண்ணாமல் தவிர்ப்பதால் போலிமையை மேற்கொண்ட வண்ணத்துப்பூச்சிகள் எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துவிடுகின்றன. தேனீக்கள், குளவிகள், மலைக்குளவிகள் (hornets) போன்ற அனைத்தும் ஏறக்குறைய ஒரே விதமான வடிவத்தில் இருப்பதால், இவற்றில் ஏதாவது ஒன்று கொட்டியிருந்தாலும் எதிரிகள் இவை அனைத்தையும் ஒட்டுமொத்தமாகத் தவிர்க்கின்றன.

3. மெர்ட்டென்சியன் போலிமை (Mertensian Minicry):-

இதில் பேட்சியன் போலிமையும் முல்லேரியன் போலிமையும் இணைந்து காணப்படுகின்றன. பவழப்பாறைகளில் கருப்பு மற்றும் சிவப்பு நிறத்திலும் வெள்ளை மற்றும் மஞ்சள் நிறப்பட்டைகளையும் உடைய நச்சுப்பாம்புகள் உள்ளன. இந்நிறங்கள் பிற உயிரிகளை எச்சரிக்கும் விதத்தில் அமைந்திருப்பதாகப் கருதப்படுகின்றன. எனினும் நச்சுப்பாம்புகளை ஒத்த நச்சற்றப் பவழப்பாறைப் பாம்புகளும் அங்கு உள்ளன. R. மெர்ட்டென்ஸ் என்னும் அறிவியலாளர் இரண்டு வகைப் போலிமையையும் வெளிப்படுத்துகின்ற இரு குடும்பங்களைச் சேர்ந்த 75 சிற்றினங்களைச் சேர்ந்த பாம்புகளைக் குறிப்பிட்டுள்ளார். இவற்றில் ஒரே விதமான தோற்றத்தையுடைய நச்சுப்பாம்புகள் முல்லேரியன் போலிமைக்கும் நச்சற்ற பாம்புகள் பேட்சியன் போலிமைக்கும் எடுத்துக்காட்டாக உள்ளன.

4. தாக்கும் அல்லது வேட்டையாடும் போலிமை (Aggressive mimicry):-

சில சமயங்களில் வேட்டையாடும் உயிரியானது இரையை ஒத்தத் தோற்றத்தில் இருப்பதால் இரையைச் சுலபமாக அடைந்துவிடுகின்றன. இவ்வகைப் போலிமை தாக்கும் அல்லது வேட்டையாடும் போலிமை என்று அழைக்கப்படுகிறது. (எ.கா) (1) இளஞ்சிவப்பு நிறத்தில் காணப்படும் மலேஷியச் சிற்றினமான கும்பிடுபூச்சி

(Praying mantis) யானது சிவப்பு நிற மலேஷியா ஆர்க்கிட் மலர்களிடையே அமரும்போது அம்மலர்களுடன் இயைந்து மற்றொரு மலராகவே தெரியும். இப்பூச்சி மலர்களிடையே அமர்ந்து மலரைத் தேடிவரும் பிற பூச்சிகளுக்காகக் காத்திருந்து பிடித்து உண்ணும். புறத்தோற்றத் தகவமைப்பான நிறமும் நடத்தையியல் தகவமைப்பான அசையாமல் இருக்கும் திறனும் கும்பிடுபூச்சிகளுக்கு எதிரிகளிடமிருந்து பாதுகாப்பை அளிக்கின்றன. (எ.கா) (2) லாம்பைரிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மின்மினிப்பூச்சிகள் கோடைக் காலத்தின் வெதுவெதுப்பான மாலை நேரங்களில் ஒளிர்ந்து எதிர்பாலினத்தைக் கவர்கின்றன. இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பல்வேறு சிற்றினங்களும் பல்வேறு விதமாக ஒளிர்கின்றன. ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த இரண்டு பாலினங்களும் வெவ்வேறு விதமாக ஒளிர்ந்து சமிக்ஞை செய்கின்றன. இதைப் பயன்படுத்தி ஒரு சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த பெண் பூச்சியானது வேறொரு சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த பெண் பூச்சியைப் போல பாவனை செய்து ஒளிர்ந்து அச்சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த ஆண்பூச்சிக்கு சமிக்ஞை செய்கின்றது. இதனை நம்பி ஆண்பூச்சி ஒளிர்ந்து மறுசமிக்ஞை செய்யும். பாவனை செய்யும் பெண்பூச்சியானது ஆண்பூச்சி தன்னை வந்தடையும் வரை ஒளிரும். பிறகு பெண் பூச்சியானது இந்த ஆண்பூச்சியை கொன்று உண்ணும்.

5. ஒட்டுண்ணிப் போலிமை மற்றும் முட்டைப் போலிமை (Parasitic mimicry or Egg mimicry):-

பல பறவையினங்கள் பிற பறவையினங்களின் கூடுகளில் தம் முட்டைகளை இடுகின்றன. இப்பறவைகள் தம்முட்டைகளைப் பொரிப்பதற்கும் குஞ்சுகளை வளர்ப்பதற்கும் வளர்ப்புப் பெற்றோரை நம்பியுள்ளன. (எ.கா) குயில்கள் இவ்வகை போலிமையை பயன்படுத்தித் தம் குஞ்சுகளை வளர்க்கின்றன. பொதுவாக விருந்தோம்பிப் பறவைகள் பிற பறவைகளின் முட்டைகளை அடையாளம் கண்டு தம் கூட்டிலிருந்து வெளியேதள்ளி விடுகின்றன. ஆனால் குயில் தம் முட்டைகளின் நிறம், அளவு போன்றவற்றில் விருந்தோம்பியை ஒத்திருப்பதால் முட்டைகளைக் காகத்தின் கூடுகளில் இடுகின்றன.

6. சமூகப் போலிமை (Social mimicry):-

முல்லேரியன் போலிமையைப் போன்ற போலிமைகள் சில பறவையினங்களிலும் காணப்படுகின்றன. இதில் பல இனத்தைச் சேர்ந்த பறவைகள் உணவுக்காக ஒன்றுகூடுகின்றன. மொய்னிஹன் (1968) இது தொடர்பாக பல எடுத்துக்காட்டுகளை விவரித்துள்ளார். மேற்குப் பனாமாவிலுள்ள வார்ப்ளர் (Warbler) ஃபின்ச் (finch), டானேஜர் (Tanager) போன்ற பறவைகள் கருப்பு

மற்றும் மஞ்சள் நிறத்துடனும் சில சமயங்களில் வெள்ளைக் குறிகளுடனும் காணப்படும். இந்த இனப் பறவைகள் சேர்ந்து, ஒன்றாக இயங்குதலும் அவற்றின் உடலில் காணப்படும் சில பொதுவான குறிகளும் இசைவுப்பொருத்தம் ஏற்படுத்துவதற்காகச் சிறப்பாக உருவாகி இருக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது. இதனை மொய்னிஹன் சமூகப் போலிமை என்று குறிப்பிடுகிறார்.

போலிமையின் பயன்கள்:-

எதிரிகளிடமிருந்து பாதுகாத்துக்கொள்ளுதல் போலிமையின் முக்கிய அம்சமாகும். உயிர்பிழைத்தலுக்குத் தற்காப்பு அவசியம் என்பதால் பரிணாமத்தில் இது முக்கியப்பங்கு வகிக்கிறது. போலிமையானது உயிர்பிழைத்தலுக்கான அதிக வாய்ப்புகளை அளிப்பதால் பரிணாமத்தின் முக்கியமான காரணிகளில் ஒன்றான இயற்கைத் தெரிவு போலிமைக்கு அனுகூலமாகச் செயல்படுகிறது என்பதைக் காணலாம்.

நிறத்தோற்றம்

நிறத்தோற்றம் என்பது சுற்றுச்சூழலுடன் ஒத்துப்போகும் வகையில் உடல் நிறத்தில் ஏற்படும் பாதுகாப்புத் தகவமைப்புகளில் ஒன்றாகும். இது தற்காப்பு வகையைச் சேர்ந்ததாகும். நிறத்தோற்றத்தின் விளைவாக விலங்கானது தன் உடல் பிற விலங்குகளுக்குப் புலப்படாவண்ணம், தன்னை மறைத்துக்கொள்கிறது. விலங்கின் உடல் நிறம் பின்புலத்திற்கேற்றவாறு மாற்றப்படுவதால் விலங்கினைப் பின்புலத்திலிருந்து வேறுபடுத்தி அறிய இயலாது. நிறத்தோற்றமானது இரையாகும் விலங்கிற்கும் வேட்டையாடும் விலங்கிற்கும் வெவ்வேறு விதத்தில் பயன்படுகிறது.

நிறத்தோற்றத்தின் வகைகள்:-

1. அமைப்பு சார் நிறத்தோற்றம் (Structural colouration):-

பல பூச்சிகளிலும் பறவைகளிலும் உடற்பரப்பானது சில ஒளி அலைகளை எதிரொளிப்பதாலும் சில ஒளிஅலைகளை விலக்குவதாலும் சில நிறங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

2. மிளிரும் நிறத்தோற்றம் (Iridescent colours):-

உடற்பரப்பிலுள்ள பல மெல்லிய ஒளிபுகவிடும் அடுக்குகள் ஒளியை எதிரொளிப்பதால் சில நிறங்கள் உருவாகின்றன.

3. தோல் நிறத்தோற்றம்:-

இவை தோலில் உள்ள நிறமிகள் ஒளியை எதிரொளிப்பதால் ஏற்படுகின்றன.

நிறமாறாட்டம் (Camouflaging):-

துருவப்பகுதிகளில் வாழும் துருவக்கரடி மற்றும் துருவ நரி போன்றவற்றின் வெள்ளை நிறம் அவற்றின் வாழிடத்தில் உள்ள பனியின் வெள்ளைநிறப் பின் பலத்துடன் இயைந்துவிடுவதால் அவை பார்வைக்குத் தெரியாமல் மறைந்துவிடுகின்றன. இதைப்போல பாம்புகள், மரத்தவளைகள், வெட்டுக்கிளிகள், கம்பளிப்புழுக்கள் போன்றவை இலைத்தொகுதிகளுக்கிடையே வாழ்வதால் அவை பச்சை நிறத்துடன் காணப்படுகின்றன. பல பாலைவன விலங்குகள் வெளிர்பழுப்பு நிறத்துடன் அல்லது மணல் நிறத்தில் காணப்படுகின்றன. நாக்கு மீன்கள் (flat fishes), மரத்தவளைகள் மற்றும் பச்சோந்திகள் தம்மைச் சுற்றியுள்ள இடத்திற்கேற்ப தம் நிறத்தை மாற்றிக் கொள்கின்றன. மரப்பட்டைகளில் வாழும் பூச்சியினங்களின் நிறம் அப்பட்டைகளின் நிறத்தை ஒத்திருக்கின்றது.

நிறமாற்றம் ஏற்படும் விதம்:-

1. படிப்படியாக நிறம் மாறுதல்:-

சில விலங்குகள் தம்முடைய சுற்றுப்புறத்திற்கேற்பத் தம் உடல் நிறத்தைப் படிப்படியாக மாற்றித் தம் உருவம் தெளிவாகத் தெரியாதபடி மறைக்கின்றன. இளம் கடற்கரைநண்டுகள் அவை வாழுமிடத்திற்கேற்ப பச்சை, சாம்பல், மஞ்சள் அல்லது சிவப்பு போன்ற பல வண்ணநிறத்தையும் பல வண்ணப்புள்ளிகளையும் பெற்றிருக்கின்றன. மேலும் இளம் நண்டுகளின் உடல் நிறம் ஒவ்வொருமுறை தோலுரிக்கும் போதும் மாறுகின்றது.

2. பருவநிலைக்கேற்ப நிறம் மாறுதல் (Seasonal colour change):-

காட்டுக்கோழிகள் (Ptarmigan) ஆண்டுக்கு மூன்றுமுறை இறகுதிர்க்கின்றன. இப்பறவையின் இறகுத் தொகுதிகள் (plumage) கோடையில் செம்பழுப்பு நிறத்திலும், இலையுதிர்காலத்தில் சாம்பல் நிறத்திலும் பனிக்காலத்தில் பனியை ஒத்தும் காணப்படுவதால் இப்பறவைகள் தம் எதிரிகளின் கண்களிலிருந்து தம்மை பாதுகாத்துக்கொள்கின்றன.

3. துரிதமான நிறமாற்றம்:-

நாக்கு மீன்கள் போன்ற தட்டை மீன்கள் (flat fishes) தம் வாழிடத்திலுள்ள சரளைக்கற்கள் மற்றும் மணல் ஆகியவற்றின் நிறத்திற்கேற்ப தம் நிறத்தை மாற்றிக்கொள்வதால் அவற்றைக் கண்டுபிடித்தல் மிக அரிது. மேலும் இம்மீன்கள் தன்மேல் மிகத்துரிதமாக மணலைப் பரப்பிக்கொள்ளும் திறனைப் பெற்றிருக்கின்றன. இதைப்போன்றதிறன் கணவாய் மீன் (cuttle fishes) களிலும் காணப்படுகிறது. ஹிப்போலைட் (Hippolyte) என்னும் கிரஸ்டேஷியன் பழுப்புநிறக் கடற்பாசிகளிடையே பழுப்புநிறமாகவும், பச்சைப் பாசிகளிடையே பச்சை நிறமாகவும் சிவப்புப் பாசிகளிடையே சிவப்பு நிறமாகவும் காணப்படுகின்றது.

பச்சோந்திகளின் நிறமாற்றம்:-

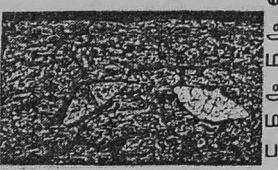
பச்சோந்திகள் மரங்களில் வாழ்வதற்கேற்ப, தகவமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. தேவைப்பட்டால் பச்சோந்திகள் தம் உடலை பக்கவாட்டில் சுருக்கித் தம்மை மிக ஒல்லியாக்கி பிற விலங்குகளின் பார்வையிலிருந்து தப்புகின்றன. மேலும் பச்சோந்திகளில் குறிப்பிடத்தக்க அம்சம் அவற்றின் உடல் நிற மாற்றமாகும். அகத்தோலிலுள்ள குரோமட்டோஃபோர்கள் சுருங்கி விரிவதாலும் குவானைன் (guanine) எனப்படும் கழிவுப்பொருளின் ஒளிச்சிதறல் ஏற்படுத்தும் துகள்கள் (Refractive granules) மற்றும் படிகங்கள் நெருக்கமாக அமைக்கப்பட்டிருப்பதாலும் பச்சோந்திகள் நிறத்தை மாற்றும் திறனைப் பெற்றிருக்கின்றன. பொதுவாக பச்சோந்திகள் இலைகளிடையே இருப்பதால் பச்சை நிறத்துடன் காணப்படுகின்றன. பச்சோந்திகளில் நேரத்திற்குத் தக்கவாறும் மனநிலைக்கேற்றவாறும் நிறமாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றன.

அனோலிஸ் (Anolis) எனப்படும் வட அமெரிக்கப் பச்சோந்தியானது கடந்து செல்லும் மேகத்திற்கேற்றவாறு தம் உடல்நிறத்தை மாற்றிக்கொள்ளும் அளவு கூருணர்வுத் திறன் உடையது.

தொழிலியற்சார் மிகைக்கருநிறமியூறு (தொழிலியற்சார் மெலானிசம்) (Industrial Melanism):-

நிறமாறாட்டத்திற்குக் காரணம் இயற்கைத் தெரிவே (natural selection) என்பதற்கு இங்கிலாந்து மற்றும் ஐரோப்பிய நாடுகளைச் சேர்ந்த பிஸ்டன் பெட்டுலேரியா (Biston betularia) என்னும் அந்திப்பூச்சியின் நிறமாறாட்ட பரிணாம வளர்ச்சி சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளில் ஒன்றாகும். ஆங்கிலேய அறிவியலாளர்கள் 19ம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் கருநிற அந்திப்பூச்சிகளைத் தற்செயலாகச் சேகரித்தனர். பின்னர் தொடர்ந்த 100 ஆண்டுகளில் 'கார்பனேரியா' (Carbonaria) என்றழைக்கப்பட்ட இந்தக்கருநிற அந்திப்பூச்சிகள் தொழிற்சாலைப்பகுதிகளில் அதிகம் காணப்பட்டன. இதனால் ஈர்க்கப்பட்ட மரபியலாளர்கள் கருநிற மற்றும் வெளிர் நிற பிஸ்டன் பெட்டுலேரியா அந்திப்பூச்சிகளை கலப்பினப்பெருக்கம் செய்து, மெலானிசம் அல்லது மிகைக்கரு நிறமியூறுவானது மரபுவழி மென்டலியன் தனிக்கூறு என்று கண்டறிந்தனர்.

பிஸ்டன் பெட்டுலேரியா சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த வெளிர்நிற அந்திப்பூச்சிகள் கார்பனேரியா எனப்படும் கருநிற அந்திப்பூச்சிகள் கற்பாசிகளால் சூழப்பட்ட மாசடையாத மரத்தின் மீது காணப்படுதல்.



வெளிர்நிற அந்திப்பூச்சி மற்றும் கருநிற அந்திப்பூச்சிகள் மாசடைந்த பகுதிகளில் காணப்படுதல்.

1950 களின் ஆரம்பத்தில் H.B.D. கெட்டில்வெல் (Kettlewell) என்னும் ஆங்கிலேய அறிவியலாளர் தொழிலியற்சார் மிகைக்கரு நிறமியூறு பற்றி ஆராய்ந்தார். கெட்டில்வெல்லுக்கு தனது ஆராய்ச்சியைத்

தொடங்குவதற்குமுன்பே மிகைக்கரு நிறமியூறு பற்றிக் கீழ்க்கண்ட தகவல்கள் தெரிந்திருந்தன.

1. கரு நிறமியூறுவானது மரபுவழிப் பண்பாகும். இதன் பரவல் உயிர்த்தொகையில் ஏற்பட்ட மரபியல் மாற்றங்களைப் பிரதிபலிக்கிறது.

2. கார்பனேரியா முதலில் தொழிற்சாலைகள் நிறைந்த பகுதிகளுக்கு அருகில் உள்ள காடுகளில் காணப்பட்டன.

3. தொழிற்சாலைகள் குறைந்த பகுதிகளில் இன்னும் வெளிர்நிற பிஸ்டன் அந்திப்பூச்சிகள் உள்ளன. மேலும் கருநிறமியூறு பிஸ்டன் அந்திப்பூச்சிகளில் மட்டுமில்லாது பிற அந்திப்பூச்சியினங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

பொதுவாக அடர்ந்த காடுகளில் வாழும் பிஸ்டன் அந்திப்பூச்சிகள் பகலில் மரத்தண்டுகளில் அமர்கின்றன. கருநிற அந்திப்பூச்சிகள் அதிகமாகக் காணப்பட்ட பகுதிகளில் வெளிர்நிறப்பூச்சிகளைவிட கருநிற அந்திப்பூச்சிகள் ஏதாவதொரு வழியில் அதிகஉய்வுப்பயன் (Survival advantage) பெறும் வகையில் சுற்றுச்சூழலானது மாற்றப்பட்டிருக்கலாம் என்று செட்டில்வெல் விளக்கினார்.

இதனைப் பரிசோதிக்கக் கெட்டில்வெல் குறியிடல் – விடுவித்தல் – மீண்டும் பிடித்தல் (Mark – release – recapture) முறையைப் பயன்படுத்தினார். கருநிற மற்றும் வெ ிர்நிற அந்திப்பூச்சிகளின் மேல் செல்லுலோஸ் சாயத்தால் குறியிட்டு பிறகு விடுவித்தனர். இக்குறியானது சிறகின் உட்புறத்தில் இடப்பட்டதால் வேட்டையாடும் விலங்குகளின் கவனத்தை பூச்சிகள் ஈர்ப்பது தடுக்கப்பட்டது. பின்னர் மெர்க்குரி ஆவி விளக்குகளை மரங்களிடையே வைத்துப் பூச்சிகள் மீண்டும் சேகரிக்கப்பட்டன.

கெட்டில்வெல் நடத்திய பரிசோதனையில் 201 வெளிர்நிற அந்திப்பூச்சிகளையும் 601 கருநிற அந்திப்பூச்சிகளையும் குறியிட்டு காடுகளில் விட்டபிறகு மீண்டும் சேகரிக்கப்பட்டன. சேகரிக்கப்பட்ட பூச்சிகளில் 16% வெளிர்நிறப் பூச்சிகளும் 34.1% கருநிறப் பூச்சிகளும் இருந்தன. இப்பரிசோதனையில் கருநிறப்பூச்சிகள் அதிகம் பிழைத்திருந்தது தெரிகிறது. இதற்கு காரணம் கார்பனேரியாப் பூச்சிகள் அதிகஅளவில் தொழிற்சாலைப்

பகுதிகளில் காணப்படுவதற்கு இயற்கைத் தெரிவே காரணம் என்பதும் உறுதிப்படுத்தப்பட்டது. தொழிற்சாலைப் பகுதிகளில் சுற்றுச்சூழல் மாசுபாட்டின் காரணமாக மரத்தின் அடிப்பகுதிகள் கருமை நிறத்துடன் காணப்படும். எனவே வெளிர்நிற அந்திப்பூச்சிகள் கருநிற மரத்தில் இருக்கும்போது கருநிறப்பின்புலத்தில் வெளிப்படையாகத் தெரிவதால் வேட்டையாடும் விலங்குகளிடம் அவை சுலபமாகச் சிக்கிக்கொள்ளும். ஆனால் கரிய நிறப்பூச்சிகள் பின்புலத்திலுள்ள கருநிற மரப்பட்டையை ஒத்திருப்பதால் அவை அதிக உய்வுத்தகமை (Survival value) யைப் பெறுகின்றன. இதனால் கருநிற மற்றும் வெளிர்நிறப் பூச்சிகளின் வேறுபட்ட உய்வுத்தன்மையினால் அவற்றின் உயிர்தொகையின் சார்பு நிகழ்வெண்ணில் (relative frequency) மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இதனைச் சோதிக்க வெளிர்நிற மற்றும் கருநிற அந்திப்பூச்சிகளை சம எண்ணிக்கையில் மாசடைந்த மற்றும் மாசடையா மரங்களில் விட்டுப்பரிசோதனைகள் நடத்தப்பட்டன. பரிசோதனையின்முடிவில் அந்திப்பூச்சிகளை பிடித்துண்ணும் பறவைகள் பின்புலத்துடன் ஒத்தமைந்த நிறத்தையுடைய பூச்சிகளை விட பின்புலத்திற்கு எதிரான நிறத்தையுடைய பூச்சிகளை அதிகம் பிடித்துண்டது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

மேற்கண்ட பரிசோதனைகளின் முடிவில் இயற்கைத் தெரிவு முறையானது நீண்ட காலத்திற்குப் பிறகு உயிர்த்தொகையில் மரபியல் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன என்பது விளக்கப்பட்டது. கெட்டில்வெல்லின் பரிசோதனைகள் உயிரியும் அதன் சுற்றுச்சூழலும் எவ்வாறு ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பு கொண்டு செயல்பட்டு உயிரியின் உயிர்வாழும் தகுதியை நிர்ணயிக்கின்றன என்பதைத் தெளிவாக விளக்குகின்றது.

UNIVERSITY
T.B.M. LIBRARY
299089
DR.
MADU